

Pós-colheita de coentro: efeito da temperatura na qualidade e duração da vida útil

Pedro Moura Figueiredo

Dissertação para obtenção do grau de mestre em
Engenharia Alimentar

Orientador: Doutor Domingos Paulo Ferreira de Almeida

Júri:

Presidente: Doutora Margarida Gomes Moldão Martins, Professora Auxiliar com
Agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogais: Doutor Domingos Paulo Ferreira de Almeida, Professor Auxiliar com Agregação
do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Doutor António José Saraiva de Almeida Monteiro, Professor Catedrático do Instituto
Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Agradecimentos

Quero agradecer a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta dissertação, nomeadamente:

Ao Professor Doutor Domingos Almeida, coordenador do Freshness Lab. e meu orientador, pela sua disponibilidade, pelo apoio e ajuda prestados assim como pelas críticas, correções e sugestões relevantes, feitas durante a orientação.

Ao Professor Doutor Adriano Arriel Saquet, pela disponibilidade demonstrada ao longo da realização da parte laboratorial, assim como pelos ensinamentos que me transmitiu.

À Doutora Carla Alegria pela experiência científica, partilha de conhecimento e pelas correções e conselhos na elaboração deste trabalho.

À Cristina Couto e ao Engenheiro Tiago Vieira e a todos os colaboradores do Laboratório Freshness pela ajuda, disponibilidade e partilha de conhecimentos.

Aos meus pais, à Madalena, à minha tia Isabel, ao João Ferreira, aos meus irmãos e a toda a família e amigos pelo apoio, incentivo, paciência e compreensão.

À Origem do Campo – Sociedade Agrícola, Lda. pelo fornecimento dos coentros utilizados no ensaio laboratorial.

Por fim a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Resumo

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma das principais plantas aromáticas para consumo em fresco. O objetivo deste estudo foi a caracterização do comportamento pós-colheita do coentro fresco e fornecer recomendações para um adequado tratamento pós-colheita.

Armazenaram-se molhos de folhas de coentro recém-colhidas a 0, 10 e 20 °C, e avaliou-se a perda de massa fresca, a taxa de produção de etileno, a taxa de respiração, a cor e o teor de clorofila. Foi também efetuada a avaliação hedônica da aparência e do odor.

A massa fresca diminuiu à taxa de 1,1; 1,5; e 6,3% por dia, a 0, 10 e 20 °C, respetivamente. A taxa de produção de etileno manteve-se estável durante o armazenamento a 0 ou 10 °C. A 20 °C aumentou acentuadamente após 4 dias e verificou-se desenvolvimento de fungos. A taxa de respiração manteve-se relativamente estável a 0 e 10 °C, mas duplicou após 7 dias a 20 °C devido à deterioração. A tonalidade dos folíolos manteve-se relativamente constante durante 29 dias a 0 °C, mas diminuiu ligeiramente após 15 dias a 10 °C ou 4 dias a 20 °C. O índice de clorofila medido com o SPAD decresceu de 42,2 para 37,7 (aos 4 dias), 35,6 (aos 15 dias) e 39,6 (aos 30 dias) a 20, 10 e 0 °C, respetivamente. O teor de clorofila diminuiu ligeiramente a 10 e 20 °C, mantendo-se inalterado durante 30 dias a 0 °C. O melhor resultado quanto ao tempo de vida útil pós-colheita baseado na aparência foi de 11,9 dias a 0 °C. No entanto, a supressão do odor foi o fator limitante após 9 dias a 0 °C. Em conclusão tempo de vida útil máximo recomendado de modo a não se perderem as características sensoriais e visuais dos coentros é de 9 dias à temperatura de 0 °C.

Palavras-chave: *Coriandrum sativum*; pós-colheita; temperatura; vida-útil

Abstract

Cilantro (*Coriandrum sativum* L.) is one of the most widely used fresh herbs. The objective of this study was to characterize the postharvest behavior of fresh cilantro to provide recommendations for proper postharvest handling.

Bunches of freshly harvested cilantro leaves were placed at 0, 10, and 20 °C, and assessed for mass loss, ethylene production rate, respiration rate, color, chlorophyll content. Hedonic assessment of appearance and odor were also performed.

Fresh mass declined at a rate of 1.1; 1.5; and 6.3% per day, at 0, 10 and 20 °C, respectively. Ethylene production rate remained stable during storage at 0 or 10 °C, however, at 20 °C, it increased sharply after 4 days and fungal development occurred. The respiration rate remained relatively stable during storage at 0 and 10 °C, however, it doubled during 7 days at 20 °C due to decay. The initial hue angle of cilantro leaflets was remained relatively constant during 29 days at 0 °C, but decreased slightly after 15 days at 10 °C or 4 days at 20 °C. The initial SPAD index of 42.2 decreased to 37.7 after 4 days at 20 °C, to 35.6 after 15 days at 10 °C and to 39.6 after 29 days at 0 °C. Chlorophyll content decreased slightly at 10 and 20 °C, but remained unaltered during 29 days at 0 °C. Best result concerning the duration of postharvest life based on appearance was 11,9 days at 0 °C. However, odor was judged at the sales limit after 9.0 days 0 °C. So the recommended maximum shelf-life period, during which the sensory and visual characteristics are not lost, is 9 days at 0 °C storage temperature.

Keywords: *Coriandrum sativum*; postharvest; temperature; shelf-life

Índice Geral

Agradecimentos.....	I
Resumo	II
Abstract	III
Índice de Figuras	VI
Índice de Tabelas	VIII
I. Introdução.....	1
1.1 Objectivos.....	2
II. Revisão bibliográfica.....	3
2.1. Coentro enquanto hortaliça condimentar	3
2.1.1. Produção de coentro em Portugal.....	4
2.1.2. Enquadramento taxonómico e descrição botânica	4
2.1.3. Condições edafoclimáticas	6
2.1.4. Colheita	6
2.1.5. Utilização condimentar de folhas de coentro fresco	7
2.1.6. Características de qualidade das folhas frescas de coentro.....	8
2.2. Condicionantes da qualidade pós-colheita do coentro.....	8
2.2.1. Temperatura.....	8
2.2.2. Perda de água	10
2.2.3. Danos físicos	11
2.2.4. Etileno	11
2.2.5. Atmosfera modificada	11
2.2.6. Desenvolvimento de patógenos.....	12
2.3. Recomendações para pós-colheita de coentro fresco	12
III. Material e Métodos.....	14
3.1. Material vegetal	14
3.2. Plano experimental.....	14
3.3. Determinações	14

3.3.1. Evolução da massa fresca	14
3.3.2. Medição do etileno	15
3.3.3. Medição da taxa de respiração	15
3.3.4 Medição da cor	15
3.3.5. Medições com o SPAD-502	16
3.3.6. Teor em clorofila	17
3.3.7. Avaliação hedónica	17
3.4 Análise dos resultados	18
IV. Resultados e discussão	19
4.1 Ensaio sobre o efeito da temperatura nas alterações do coentro	19
4.1.1. Evolução da massa fresca de folhas de coentro	19
4.1.2 Taxa de produção de etileno.....	20
4.1.3. Taxa de respiração	22
4.1.4. Evolução da cor	23
4.1.5. Evolução do teor de clorofila avaliado com o SPAD.....	25
4.1.6. Teor em clorofila	26
4.1.7. Relação entre SPAD, cor e clorofila total	29
4.1.8. Avaliação hedónica.....	31
4.1.9. Duração da vida útil de coentros frescos	34
V. Conclusões.....	37
5.1 Propostas de melhoria e trabalho futuro	38
VI. Referências Bibliográficas	39
Anexo I	43

Índice de Figuras

Figura 1. Diferentes formatos de folhas de coentro onde podemos observar em a- as folhas basais, b e c-folhas da zona média, d- folhas da parte superior da planta (Diederichsen, 1996).....	5
Figura 2. Evolução da massa fresca em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C.....	19
Figura 3. Evolução da taxa de produção de etileno em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C.	20
Figura 4. Evolução da taxa de respiração em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0,10 e 20 °C.....	22
Figura 5. Variação da luminosidade em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C.....	23
Figura 6. Variação da saturação em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C	24
Figura 7. Variação da tonalidade em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C.	24
Figura 8. Evolução do teor de clorofila em folhas de coentro frescas utilizando o SPAD-502 para as temperaturas de 0, 10 e 20 °C	25
Figura 9. Evolução do teor de clorofila a em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C.....	26
Figura 10. Determinação do teor de clorofila b em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C	27
Figura 11. Evolução da clorofila total em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C.....	28
Figura 12. Relação entre SPAD e clorofila total em folhas de coentro frescas (n= 65) 29	
Figura 13. Relação entre a clorofila total e a tonalidade em folhas de coentro frescas (n= 65)	30
Figura 14. Relação entre o SPAD e a tonalidade em folhas de coentro frescas (n= 69)	30
Figura 15. Evolução da escala de aparência (I) e odor (II) em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C.	31
Figura 16. Evolução de molhos de coentros frescas ao fim de 4 dias de ensaio laboratorial. I - Temperatura de 0 °C. II - Temperatura de 10 °C. III - Temperatura de 20 °C	32

Figura 17. Evolução de molhos de coentros frescas ao fim de 15 dias de ensaio laboratorial. I- À temperatura de 0 °C. II - À temperatura de 10 °C	33
Figura 18. Evolução de molhos de coentros frescas ao fim de 29 dias de ensaio laboratorial à temperatura de 0 °C. I – Molho sem presença de fungos; II – Molho com presença de fungos nas folhas.	34
Figura 19. Evolução da perda de água em folhas de coentro frescas. I - Perda de água de 5%. II - Perda de água de 15%. III - Perda de água de 20%. IV - Perda de água de 25%.	35

Índice de Tabelas

Tabela 1. Composição média das folhas e das sementes de coentro. Valores expressos por 100g de parte comestível (Adaptado de Almeida, 2015).....	3
Tabela 2. Áreas de produção de ervas frescas em modo convencional (Adaptado de GPP, 2013).....	4
Tabela 3. Efeitos da temperatura na qualidade visual de folhas de coentro fresco em comparação com outros tipos de ervas aromáticas após 10 dias a 0, 10 e 20 °C e humidade relativa de 95-98% (Adaptado de Cantwell e Reid 1993).....	9
Tabela 4. Condições de armazenamento recomendadas para folhas de coentro fresco (Adaptado de Almeida, 2015)	13
Tabela 5. Duração da vida útil em folhas de coentro frescas com base no ensaio efetuado.....	35
Tabela 6. Escala hedónica para avaliação da aparência do coentro.....	43
Tabela 7. Escala hedónica para avaliação do odor do coentro	43

I. Introdução

Nas últimas décadas tem-se verificado um aumento do consumo e produção de plantas condimentares em Portugal (GPP, 2013).

Na sua grande maioria as plantas condimentares são vendidas como produto seco pois nesta forma são mais fáceis de transportar e comercializar, e apresentam um maior período de conservação (Cantwell e Reid, 1993). A comercialização de condimentares frescas é condicionada pela sua grande perecibilidade e curto período de prateleira, sendo que, tradicionalmente, estas apenas se encontravam disponíveis em hortas caseiras. No entanto, tem havido uma procura cada vez maior de ervas condimentares frescas devido à sua qualidade, sabor e aroma, levando ao aumento da disponibilidade em grandes mercados de retalho. As estratégias da cadeia de abastecimento tendem a utilizar uma tecnologia pós-colheita uniforme para a maioria das ervas condimentares, mas devido às diferenças botânicas e fisiológicas entre os diferentes tipos de ervas as condições de conservação ideais para uma determinada espécie podem ser completamente diferentes das condições para outra espécie, o que pode acarretar vários problemas de conservação (Kader, 2002).

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma das principais plantas condimentares frescas. Esta espécie produz folhas e frutos muito aromáticos, sendo um condimento amplamente usado na gastronomia tradicional portuguesa, com maior frequência na região do Alentejo e Algarve. Note-se que em Portugal Continental, de entre as 21 espécies catalogadas, o coentro é a erva aromática dominante na produção em verde e representa 71% da área total de produção em fresco deste grupo de culturas (GPP, 2013).

O coentro é consumido principalmente em fresco e não processado e à semelhança de outras ervas folhosas, possui vida de prateleira curta. A elevada taxa respiratória, logo após a colheita, torna estas ervas suscetíveis à rápida desidratação, o que pode acelerar o processo de deterioração, devido ao aumento das taxas de reações de origem, predominantemente catabólicas, como a degradação da clorofila (Finger e Vieira, 1997). A perda de pigmentos verdes resulta no amarelecimento, que é um sintoma característico do processo de senescência de ervas folhosas (Lipton, 1987).

Para assegurar que os coentros frescos chegam ao consumidor em boas condições, e na tentativa de melhorar o tempo de prateleira, muitos produtores usam embalagens com atmosfera modificada por estas demonstrarem efeitos positivos na conservação pós-colheita. Contudo, os resultados destes esforços empíricos têm sido inconsistentes. O design de embalagens inovadoras, bem como a utilização de práticas de pós-colheita convencionais requerem uma melhor compreensão da biologia e de outros fatores envolvidos na deterioração das ervas condimentares (Cantwell e Reid, 1993). Adicionalmente, a gestão da temperatura na cadeia de abastecimento nem sempre é adequada.

1.1 Objectivos

Pretende-se, no âmbito deste trabalho, compreender a evolução das características de qualidade de folha de coentro no período pós-colheita. Em particular, a tese procura avaliar o efeito da temperatura nas alterações das principais características responsáveis pela manutenção da qualidade, como: perda de massa, taxa de produção de etileno, taxa de respiração, cor e teor em clorofilas. Foi também realizada a avaliação hedónica da aparência e odor. Finalmente, reúnem-se as recomendações para um melhor manuseamento pós-colheita de coentro fresco.

A presente dissertação segue o Regulamento n.º 334/2015 dos Ciclos de Estudo Conducentes ao Grau de Mestre do Instituto Superior de Agronomia e encontra-se dividida em cinco capítulos sendo o capítulo I a presente introdução, o capítulo II refere-se à revisão bibliográfica, o capítulo III descreve os materiais e métodos utilizados na realização dos ensaios e o capítulo IV, constituído pela apresentação e análise dos resultados obtidos. Por último, no capítulo V, tecem-se considerações sobre as conclusões mais importantes retiradas com a execução deste trabalho, bem como, são apresentadas algumas sugestões para trabalhos a desenvolver futuramente que visam não só complementar o trabalho realizado como abrir novos percursos de investigação.

II. Revisão bibliográfica

2.1. Coentro enquanto hortaliça condimentar

O *C. sativum* é nativo do Sudoeste da Ásia, parte oriental do Mar Mediterrâneo até ao Afeganistão (da Turquia e Chipre ao Egito, Azerbaijão, Iraque, Irão, Arábia Saudita e Afeganistão, sendo introduzido em Portugal (Hassler, 2016). As regiões mediterrânicas e sudoeste da Europa são geralmente associadas à origem do cultivo do coentro, embora a sua origem como espécie cultivada não seja muito clara (Simon et al, 1984).

A difusão global do cultivo do coentro fez-se através da colonização europeia, em especial por Portugal e Espanha, potenciando o seu uso em alguns pontos do chamado “Novo Mundo”, com destaque para a América do Sul, exemplo do Brasil e México (Cunha et al., 2011).

A popularidade dos coentros deve-se à fragância peculiar das suas folhas e frutos, sendo também reconhecido como uma boa fonte de vitaminas (principalmente vitamina A) e minerais (Tabela 1).

Tabela 1. Composição média das folhas e das sementes de coentro. Valores expressos por 100g de parte comestível (Adaptado de Almeida, 2015)

Macronutrientes e energia	Folha	Semente	Vitaminas	Folha	Semente	Minerais	Folha	Semente
Água (%)	92,2	8,9	Vitamina A (UI)	6748	0	Potássio (mg)	521	1267
Energia (kcal)	23	298	Tiamina (mg)	0,067	0,239	Cálcio (mg)	67	709
Proteína (%)	2,1	12,4	Riboflavina(mg)	0,162	0,290	Fósforo (mg)	48	409
Gordura (%)	0,5	17,8	Niacina (mg)	1,114	2,130	Magnésio (mg)	26	330
Hidratos de carbono (%)	3,7	55	Ácido ascórbico (mg)	27	21	Sódio (mg)	46	35
Fibra (%)	2,8	41,9	Vitamina B6 (mg)	0,149	-	Ferro (mg)	1,77	16,3

No entanto, o consumo do coentro não se justifica com base no seu valor nutricional, mas sim devido às suas propriedades organolépticas, nomeadamente ao sabor peculiar que as suas folhas e sementes dão à comida e preparados culinários (Parthasarathy et al., 2008). Este condimento é essencial na gastronomia tradicional de várias regiões

mediterrânicas, indiana, paquistanesa, chinesa, coreana e latino-americana. É utilizado na preparação de pastas de caril, pickles, saladas, molhos diversos e sopas entre outros.

2.1.1. Produção de coentro em Portugal

Em Portugal os coentros frescos são uma das principais ervas aromáticas frescas utilizadas. Esta grande utilização, bem como a facilidade de produção faz com que seja dentro das ervas aromáticas a que possui maior área de produção (Tabela 2).

Tabela 2. Áreas de produção de ervas frescas em modo convencional (Adaptado de GPP, 2013)

Nome comum	Espécies	Área (ha)	Produção (kg)
Coentro	<i>Coriandrum sativum</i>	1705	219181
Aipo	<i>Apium graveolens</i>	123	66320
Salsa	<i>Petroselinum crispum</i>	98	11495
Manjerição	<i>Ocimum basilicum</i>	74	7832
Hortelã-comum	<i>Mentha spicata</i>	57	12365

As ervas condimentares produzidas ao ar livre, temporárias ou permanentes, em modo de produção convencional, representam cerca de 78% da área total de produção de ervas frescas. Destaca-se a área ocupada pelos coentros frescos que representa 71% da área total, seguindo-se o aipo (5%), a salsa (4%), o manjerição (3%) e a hortelã (2%) (GPP, 2013).

2.1.2. Enquadramento taxonómico e descrição botânica

O coentro é a designação vulgar portuguesa da espécie *Coriandrum sativum* L. Esta espécie foi descrita por Lineu em 1753 e a sua classificação taxonómica de acordo com os taxones do *International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants* (Melbourne Code) (McNeill et al, 2012; Hassler, 2016) é:

Reino: *Plantae*

Divisão: *Tracheophyta*

Classe: *Magnoliopsida*

Ordem: *Apiales*

Família: *Apiaceae* (= *Umbelliferae*)

Género: *Coriandrum* L.

Espécie: *Coriandrum sativum* L.

Trata-se de uma planta diploide com 22 cromossomas ($2n= 22$). Consideram-se duas variedades, que se distinguem pelo diâmetro do fruto (Almeida, 2015): *Coriandrum sativum* var. *microcarpum*, de frutos pequenos (1-3 mm, peso de 1000 frutos <10 g) e *Coriandrum sativum* var. *vulgare*, com frutos maiores (3-6 mm e peso de 1000 frutos > 10 g). Esta seleção hortícola do coentro efetuou-se em dois sentidos: tipos de folhas maiores e folhagem mais abundante (var. *microcarpum*) e tipos com maior produção de semente e maiores teores de óleo essencial na semente (var. *vulgare*) (Almeida, 2015).

O coentro é uma planta de ciclo anual, herbácea, com raízes delgadas, muito ramificadas e caules eretos, glabros, cilíndricos e ramificados na parte superior que alcançam uma altura de 30 a 60 cm (Muñoz, 1987; Eppinger e Hofmann, 2008). Cada ramo termina com uma inflorescência do tipo umbela. A cor do caule é verde e, por vezes, pode tornar-se vermelho ou violeta durante o período da floração (Diederichsen, 1996).

As folhas apresentam coloração verde sendo a página inferior mais brilhante. Durante a floração, as folhas podem tomar uma cor vermelha ou violeta (Diederichsen, 1996). As folhas são compostas penatissetas, tendo as folhas inferiores folíolos arredondados de bordos dentados. Os folíolos apresentam dimensões de 10 a 20 x 5 a 10 mm, uma forma oval, com base acunheada e divididos desigualmente em lobos penados. As folhas superiores têm folíolos mais finos e alongados do que os das folhas inferiores (Figura 1). Os pecíolos das folhas inferiores são mais longos que as folhas superiores (Martins, 1996; Juscafresa, 1995; Eppinger e Hofmann, 2008).



Figura 1. Diferentes formatos de folhas de coentro onde podemos observar em a- as folhas basais, b e c- folhas da zona média, d- folhas da parte superior da planta (Diederichsen, 1996)

As flores são pequenas, hermafroditas, podendo apresentar coloração branca a levemente rosada (Diederichsen, 1996). Os frutos são diaquênios elipsoides ou globosos, constituídos por dois mericarpos fortemente unidos, com dimensões que variam entre 1,5 e 5 mm e de cor amarelo-acastanhado quando maduros (Eppinger e Hofmann, 2008).

2.1.3. Condições edafoclimáticas

A cultura de coentro é adaptável a diversas condições edafoclimáticas. Trata-se de uma planta de dias longos, com grande capacidade de adaptação, desenvolvendo-se em quase todos os tipos de climas: quentes, frescos e moderadamente frios. Climas quentes levam a que a planta floresça muito rapidamente, com um desenvolvimento da folhagem reduzido (Júnior e Nascimento, 2009).

A cultura do coentro não tolera valores de precipitação elevados e períodos de muita humidade, preferindo níveis de precipitação regulares sem encharcamentos, tolerando curtos períodos de seca (Silva, 1997).

Trata-se de uma espécie que requer boa exposição à radiação solar, devendo ser cultivada em zonas protegidas do vento (Gardé e Gardé, 1981; Silva, 1997).

Na primeira fase do seu desenvolvimento, temperaturas amenas (18 a 25 °C) favorecem a emissão de folhas, proporcionando um desenvolvimento satisfatório das partes vegetativas da planta. O aumento da temperatura, assim como do fotoperíodo, favorece a floração, iniciando-se assim a segunda fase do ciclo vegetativo da planta: floração, frutificação e maturação, indispensável quando a cultura se destina à produção de fruto (Júnior e Nascimento, 2009).

O coentro prefere solos de textura franca ou franco-arenosa, com boa drenagem e pH de 6,5 (Almeida, 2015).

2.1.4. Colheita

A colheita do coentro realiza-se segundo a finalidade da produção. Quando a cultura se destina à obtenção de folhas, a colheita deve ser feita no momento em que a planta possui um número de folhas suficientes que possam ser colhidas sem pôr em causa a sua posterior recuperação (Gardé e Gardé, 1981). A colheita de folhas poderá ser feita antes da floração, até surgirem os primeiros órgãos reprodutivos que originarão as flores (Vasconcellos, 1949).

A colheita deve ser efetuada na época própria devido à influência que pode exercer na qualidade e poder de conservação dos produtos da colheita. As plantas devem estar inteiras, sãs, com aspeto fresco, túrgidas, sem humidade exterior, sem cheiros estranhos. Nos ciclos de produção tradicionais a colheita faz-se no Verão, cerca de 4 semanas após a sementeira e, no Inverno, após cerca de 7 a 8 semanas, quando as folhas tiverem o desenvolvimento conveniente. No entanto, nas condições de Portugal, é hoje possível, com as cultivares e técnicas de produção adequadas, incluindo a cultura protegida, produzir coentros durante todo o ano. A colheita pode ser feita manual ou mecanicamente (Lopes e Simões, 2007).

2.1.5. Utilização condimentar de folhas de coentro fresco

O coentro é uma das principais espécies condimentares no mercado nacional. A espécie possui ainda utilização medicinal (Blade, 2008). Todos os órgãos da planta são suscetíveis de utilização, incluindo as suas folhas frescas ou secas, caule, raiz e fruto.

No que diz respeito à culinária, podem ser utilizadas as folhas frescas ou secas, o caule, as raízes e os frutos, estes últimos como especiaria. As folhas de coentro fresco são bastante utilizadas no final de preparações culinárias, quer devido ao aroma volátil e sabor exótico que proporcionam à comida quer também como elemento decorativo dos pratos. As sementes secas são utilizadas como aromatizante de bolos, licores alcoólicos e vinagres, bem como condimento de saladas e estufados. Os caules são utilizados em estufados e sopas. As raízes são consumidas em alguns lugares da China, mas não existe tradição da sua utilização em Portugal. Em Portugal, as folhas de coentro frescas têm uma utilização predominante quanto aos outros tipos de utilização referidos, sendo bastante utilizadas na região do Alentejo (Póvoa et al., 2012).

Quanto à sua utilização na medicina convencional, os frutos de coentros apresentam maior interesse do que as restantes partes da planta, podendo ter várias utilizações como por exemplo, no tratamento de transtornos digestivos, nas afeções hepáticas entre outras utilizações (Moreira, 2002).

Em 2014, a Direção Geral de Saúde (DGS) lançou um plano nacional intitulado “Ervas aromáticas – uma estratégia para a redução do sal na alimentação dos portugueses”, que teve como objetivo sensibilizar os portugueses, cujo consumo de sal é estimado ser o dobro do consumo recomendado, a inverterem esta situação substituindo na sua alimentação o sal por ervas aromáticas. O coentro fresco foi uma das ervas aromáticas recomendadas no plano (Lopes et al., 2014).

2.1.6. Características de qualidade das folhas frescas de coentro

Não há dúvida de que os componentes mais importantes das ervas culinárias frescas são os aromas e sabores esperados, mas estes não são tidos em conta nas normas gerais para padrões de qualidade de produtos frescos, pelo que, atualmente, não estão descritas normas de comercialização e de qualidade de ervas frescas.

Para que a qualidade das ervas aromáticas frescas não seja ameaçada devem ser seguidas boas práticas ao longo de todas as fases de produção, desde o cultivo ao manuseamento pós-colheita

O coentro, tal como todas as ervas anuais, deve ser colhido antes da floração. As características de qualidade incluem uma aparência fresca, uniformidade de tamanhos de folhas, forma e cor, aroma e sabor fortes e característicos, sem sinais de amarelecimento, apodrecimento, insetos ou danos mecânicos. Não sendo uma aromática sensível ao frio, após a colheita é recomendado o seu rápido arrefecimento.

2.2. Condicionantes da qualidade pós-colheita do coentro

A pequena dimensão de muitas operações em ervas aromáticas permite ter em atenção a produção e preparação de um produto com qualidade. Recentemente diversos trabalhos têm avaliado os processos envolvidos na senescência de folhas e outros tecidos de plantas aromáticas. A perda de água, conduzindo ao emurchecimento, as alterações de cor associadas à senescência, o aparecimento de bolores e a depreciação geral da aparência e do aroma são as principais causas de deterioração da qualidade e perdas pós-colheita de ervas aromáticas (Loaiza e Cantwell., 1997; Jiang et al., 2002; Hassan e Mahfouz, 2012; Oliveira et al., 2015). Existem seis fatores principais que influenciam a conservação dos coentros pós-colheita: temperatura; perda de água; danos físicos; etileno; atmosfera modificada; desenvolvimento de patógenos.

2.2.1. Temperatura

Um dos principais fatores para a perda das características de qualidade é a temperatura de conservação das folhas de coentro fresco pós-colheita. A temperatura de conservação constitui um factor determinante da taxa metabólica, da taxa de perda de água e da germinação de esporos de fungos e crescimento de micélios, sendo, portanto, um fator limitante no desenvolvimento de doenças.

As ervas aromáticas são constituídas por tecidos vegetais que respiram mesmo quando separados da planta mãe. As folhas de coentro, não sendo sensíveis a danos pelo frio (Wright, 2014) devem ser mantidas na sua temperatura de segurança mais baixa (0 °C) permitindo assim aumentar o tempo de armazenamento, através da redução da taxa de respiração, da diminuição da sensibilidade ao etileno e redução da perda de água (Loaiza e Cantwell, 1997). A redução da taxa de perda de água por parte dos vegetais vai retardar o emurchecimento e perda de peso, responsáveis por graves perdas pós-colheita (Acedo e Weinberger, 2009).

Para a maioria das aromáticas a temperatura ideal de armazenamento é de 0 °C, com uma humidade relativa elevada entre os 95 a 98% (Kader, 2002). Na Tabela 3 podemos verificar a qualidade visual de aromáticas armazenadas durante 10 dias a diferentes temperaturas com uma humidade relativa entre os 95-98%.

Tabela 3. Efeitos da temperatura na qualidade visual de folhas de coentro fresco em comparação com outros tipos de ervas aromáticas após 10 dias a 0, 10 e 20 °C e humidade relativa de 95-98% (Adaptado de Cantwell e Reid 1993)

Pontuação visual após 10 dias às seguintes temperaturas			
Aromática	0 °C	10 °C	20 °C
Manjerição	2	8	7
Coentros	9	4	1
Manjerona	9	8	1
Menta	9	6	2
Alecrim	9	9	7
Tomilho	9	8	7

Notas: Pontuação. 9 = excelente; 7 = bom, defeitos menores; 5 = razoável, defeitos moderados, limite de venda, 3 = fraco, grandes defeitos; 1 = inutilizável

Durante os 10 dias do ensaio acima descrito, os coentros mantiveram uma qualidade aceitável quando mantidos a uma temperatura entre 0 a 10 °C, mas a 20 °C a qualidade visual decresceu bastante. Podemos verificar nos coentros uma pontuação excelente para a temperatura de 0 °C durante os 10 dias sendo que esta pontuação decresceu muito com o aumento da temperatura (Kader, 2002).

Nos circuitos comerciais, onde as flutuações da temperatura de armazenamento são muito mais frequentes, o tempo de prateleira das ervas frescas pode ser muito inferior ao indicado na Tabela 3 (Kader, 2002).

Devido à pequena escala de produção de ervas aromáticas, os meios para a gestão da temperatura são por vezes rudimentares. Alguns produtores optam por enviar as suas produções para distribuidores de vegetais de maiores dimensões, que têm as estruturas apropriadas para um arrefecimento e manuseamento eficazes. Contudo, devido aos volumes menores e menor prioridade das ervas aromáticas, estas podem ser sujeitas a stresses de temperatura e perda de humidade enquanto esperam para serem armazenadas nas condições ideais (Kader, 2002).

No caso dos coentros a aplicação de temperaturas baixas perto dos 0 °C com humidade relativa entre os 95-98% são consideradas as condições ideais. Se os coentros não forem armazenados nas condições anteriormente referidas, ficam muito suscetíveis ao amarelecimento e rápida perda de água. A aplicação da temperatura de armazenamento correta é tão importante que os outros métodos de controlo são considerados suplementares da refrigeração (Barkai-Golan, 2001).

2.2.2. Perda de água

A perda de água acarreta diversas mudanças na aparência, metabolismo e composição das folhas condimentares (Kays e Paull, 2004), com consequentes alterações na coloração, qualidade nutricional (Wills et al., 2007) e frescura. De forma a contornar estes fatores, um rápido transporte para o local de embalagem e arrefecimento é indicado de modo a proteger as ervas do meio ambiente.

As folhas de coentro, como a maioria das ervas aromáticas são suscetíveis à rápida perda de água pós-colheita através da transpiração e evaporação, tornando-se inviáveis para a comercialização. O método mais utilizado para reduzir a perda de água é o embalagem das ervas aromáticas em filmes de plástico após o arrefecimento. É importante a manutenção de uma temperatura constante de modo a reduzir a condensação dentro dos filmes e consequentemente o crescimento de microrganismos. Estes filmes podem ser parcialmente ventilados com perfurações ou serem fabricados de um polímero parcialmente permeável ao vapor de água. Podem ser colocadas folhas de papel dentro da embalagem de modo a absorverem a humidade livre, mantendo as condições de alta humidade nas ervas frescas. As áreas de embalagem, salas de arrefecimento e meios de transporte devem ser mantidos a uma humidade relativa de cerca de 95% (Kader, 2002).

2.2.3. Danos físicos

Existe grande suscetibilidade por parte das ervas frescas a danos durante o manuseamento pós-colheita. Do mau manuseamento podem resultar descolorações nas folhas mais jovens de coentros bem como feridas na planta, resultando em locais de penetração de fungos (Kader, 2002).

2.2.4. Etileno

O etileno é uma hormona de origem vegetal naturalmente produzida por todos os tecidos vegetais e por diversos microrganismos. No contexto pós-colheita de produtos hortofrutícolas, os efeitos do etileno podem ser benéficos ou indesejáveis (Abeles et al., 1992). No entanto, no caso do coentro, a presença de etileno no meio é prejudicial. Os sintomas de exposição ao etileno são: o amarelecimento, a queda de folhas e epinastia destas. A sensibilidade ao etileno varia entre as espécies de ervas, muitas mostram epinastia, mas amarelecimento e queda de folhas apenas é observado nas espécies mais sensíveis (Kader, 2002).

No caso específico dos coentros a taxa de produção de etileno é baixa se conservados a uma temperatura próxima dos 0 °C. Se conservados a temperaturas mais elevadas (10-20 °C) esta taxa de produção sobe muito devido à rápida senescência das suas folhas. Os efeitos indesejáveis do contacto com o etileno são o rápido amarelecimento e aceleração das perdas de clorofila (Loaiza e Cantwell, 1997).

Os efeitos adversos do etileno sobre as folhas de coentro verde podem ser minimizados através da manutenção da temperatura de armazenamento perto dos 0 °C (Loaiza e Cantwell, 1997). Outro dos métodos de inibição do efeito do etileno consiste no tratamento dos vegetais com 1-metilciclopropeno (1-MCP), um inibidor que atua ligando-se irreversivelmente aos recetores do etileno, evitando assim os seus efeitos nos tecidos. Esta substância, quando aplicada em concentrações inferiores 1 ppm durante períodos de tratamento relativamente curtos, bloqueia os recetores do etileno, tornando os tecidos temporariamente insensíveis quer ao etileno endógeno quer ao etileno exógeno (Sisler e Serek, 1997).

2.2.5. Atmosfera modificada

As ervas aromáticas têm uma resposta positiva ao embalamento em atmosfera modificada com baixas concentrações de O₂ e altas de CO₂. No caso específico dos

coentros frescos, atmosferas controladas com 5 a 10% de CO₂ são consideradas benéficas para a retenção da cor e qualidade visual e, duplicam o tempo de prateleira dos coentros a 7,5 °C. No entanto, concentrações altas de CO₂ (20%) ou uma exposição prolongada a este gás podem causar lesões nas folhas e devem ser evitadas (Loaiza e Cantwell, 1997).

É importante notar que uma atmosfera com alto teor de CO₂ não é considerada eficaz na manutenção do período de tempo durante o qual os coentros apresentam o seu aroma característico (Kader, 2002).

2.2.6. Desenvolvimento de patógenos

Na literatura encontra-se descrito que as melhores condições pós-colheita para coentros são temperaturas baixas (0 °C) e elevada humidade no ambiente de armazenamento (95 a 98%). Nestas condições um tempo de prateleira de 14 dias pode ser expectável se o aroma for um atributo importante, uma vez que este tende a desaparecer ao fim deste período de tempo (Loaiza e Cantwell, 1997).

O desenvolvimento de bolores nas ervas aromáticas, especialmente as embaladas em filmes de plástico, é normalmente o principal fator de término do seu tempo de prateleira. Têm de ser tomadas medidas de controlo e de prevenção higiénica pré-colheita como a utilização de água com cloro ao longo da linha de produção, bem como evitar danos físicos na planta durante a colheita. Por sua vez as medidas pós-colheita incluem o armazenamento à temperatura adequada e evitar a condensação de água dentro da embalagem de modo a não haver o desenvolvimento de microrganismos (Kader, 2002).

Devido ao facto de as operações de colheita e pós-colheita, normalmente, envolverem muitas pessoas e muitas mãos, é muito comum ocorrer a contaminação das ervas frescas por agentes patogénicos de origem humana como a *Shigella* e *Salmonella* spp. (Kader, 2002), que importa prevenir por razões de segurança alimentar.

2.3. Recomendações para pós-colheita de coentro fresco

Para uma melhor conservação de coentro fresco e apresentação final de um produto com qualidade, é essencial a adoção de algumas recomendações relativas a pós-colheita de coentros.

A colheita das folhas durante o período da manhã quando as temperaturas do ar são mais baixas é o indicado para se conseguir reduzir as necessidades de arrefecimento (Kader, 2002).

Um manuseamento cuidado e embalamento são meios de minimizar os danos. A utilização de filmes de polietileno perfurados ou de outros filmes de plástico parcialmente permeáveis ao vapor de água é também recomendada (Kader, 2002). O maior benefício obtido pelo embalamento em filmes de plástico é, provavelmente, a redução da perda de água. No entanto, os filmes de plástico podem também possibilitar a utilização das benéficas atmosferas modificadas, sendo aconselhado que a atmosfera da embalagem tenha uma percentagem de CO₂ entre os 5-10% conseguindo-se assim duplicar o tempo de prateleira dos coentros (Loaiza e Cantwell, 1997).

As folhas de coentros devem ser arrefecidas o mais rápido possível em câmaras de frio onde a temperatura recomendada é de 0 °C (devem ser evitadas as máximas flutuações de temperatura dentro da câmara) com uma humidade relativa a rondar os 95-98%, (Wright, 2014).

Na Tabela 4 podemos observar as condições recomendadas da câmara de armazenamento para a conservação de folhas de coentro fresco bem como a duração deste armazenamento.

Tabela 4. Condições de armazenamento recomendadas para folhas de coentro fresco (Adaptado de Almeida, 2015)

Temperatura (°C)	0
Humidade relativa (%)	95
Duração prática do armazenamento	3 a 4 semanas

III. Material e Métodos

3.1. Material vegetal

As folhas de coentro (*Coriandrum sativum* L.) foram colhidas numa exploração no concelho de Loures, Portugal, no dia 11 de abril de 2016. As folhas foram agrupadas em molhos de aproximadamente 50 g de peso fresco, sustidos por uma banda elástica nos pecíolos e envolvidas em manga de plástico de polipropileno de 25 µm de espessura. Os molhos foram arrefecidos até cerca de 5 °C e transportados em caixas de plástico num período de duas horas após a colheita.

3.2. Plano experimental

Grupos de quatro molhos foram colocados em caixas de plástico cobertas com um filme de polipropileno de 25 µm de espessura não selado e colocadas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C.

Outro conjunto de quatro molhos foi colocado em frascos de vidro devidamente acondicionados (um molho por frasco) de 2,15 L e colocados às temperaturas de 0,10 e 20 °C para a determinação da taxa de produção de etileno e da taxa de respiração.

3.3. Determinações

3.3.1. Evolução da massa fresca

As amostras foram pesadas numa balança Kern, PFB 200-3 com uma precisão de 1 mg. A massa da manga plástica e da banda de borracha foram descontadas de cada medição.

A massa fresca relativa foi calculada para cada molho dividindo a massa determinada em cada data de amostragem pela massa inicial e foi expressa em percentagem da massa inicial. A massa foi corrigida para os folíolos removidos, que foram sempre pesados na mesma balança.

3.3.2. Medição do etileno

Os frascos de 2,15 L contendo um molho de coentro com aproximadamente 50 g foram selados durante um período de tempo superior a 2 horas. Após esse período de tempo à temperatura de armazenamento, foi removido uma alíquota de ar com um volume de 0,1 mL com o auxílio de uma seringa, através de um septo de silicone. A alíquota foi injetada num cromatógrafo a gás (Trace 1300, Thermo Fisher Scientific Inc., Marietta, USA) equipado com uma coluna capilar TG bond alumina (Na_2SO_4) com 50 m de comprimento e 0,53 mm de diâmetro (Thermo Fisher Scientific Inc., Marietta, USA). A temperatura do injetor foi mantida a 160 °C, o detetor de ionização de chama (FID) a 180 °C, o transportador de hélio a uma taxa de fluxo de 15 mL min⁻¹ para atingir 180 °C, e um tempo de retenção de 0,5 minutos a 180 °C. A taxa de produção de etileno foi expressa em $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$.

3.3.3. Medição da taxa de respiração

A concentração de dióxido de carbono foi medida nos mesmos frascos logo após a medição do etileno, com um analisador Oxycarb 6 (Isolcell Italia, Laives, Italy), equipado com um sensor de infravermelhos. A concentração de CO_2 foi convertida em taxa de respiração tendo em conta o volume do frasco, a massa de folhas e o tempo em que o frasco permaneceu selado. Os resultados foram expressos em volume de CO_2 por quilograma de coentro fresco por hora.

3.3.4 Medição da cor

A cor dos folíolos foi medida com um colorímetro CR 400 da Konica-Minolta (Tóquio, Japão), no sistema CIEL*a*b* com o iluminante C. O aparelho foi calibrado antes de cada conjunto de medições com um azulejo de referência ($L^* = 97,10$; $a^* = 0,08$; $b^* = 1,80$).

Foram medidos 3 folíolos terminais de cada uma das quatro réplicas colocadas a cada uma das temperaturas 0, 10 e 20 °C. Registaram-se os valores de L^* , a^* e b^* , onde L^* representa a luminosidade da amostra (intervalo de variação entre 0 – preto e 100 – branco), o parâmetro a^* traduz as variações de cor entre vermelho (+60) e verde (-60) e o parâmetro b^* as variações entre amarelo (+60) a azul (-60). A aproximação das coordenadas a^* e b^* ao valor nulo indica cores neutras como o branco, o cinzento e o preto.

A partir das coordenadas L^* , a^* e b^* foi calculada a saturação ou cromaticidade da cor (C^*) e a tonalidade h° . A cromaticidade C^* (Equação 1) é uma medida do croma ou da saturação da cor e representa a distância ao eixo neutro. A tonalidade (h° , Equações 2 a 4) pode ser definida como o ângulo (0-360°) que transmite a tonalidade de cor. Os ângulos formados variam pelos eixos dos parâmetros a^* e b^* , definindo assim a tonalidade da cor, sendo que ângulos entre 0° e 90° correspondem aos vermelhos, laranjas e amarelos; de 90° a 180° os amarelos, amarelo-verdes e verdes; de 180° a 270° os verdes, cianos e azuis; de 270° a 360° os azuis, púrpuras, magentas e novamente os vermelhos (Alegria, 2007). Os atributos C^* e h° foram calculados através das seguintes expressões matemáticas:

$$C^* = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})} \quad (\text{Equação 1})$$

$$h^\circ = \frac{(\arctg \frac{b^*}{a^*})}{6,2832} \times 360, \text{ se } a^* > 0 \text{ e } b^* > 0 \quad (\text{Equação 2})$$

$$h^\circ = 180 + \frac{(\arctg \frac{b^*}{a^*})}{6,2832} \times 360, \text{ se } a^* < 0 \quad (\text{Equação 3})$$

$$h^\circ = 360 + \frac{(\arctg \frac{b^*}{a^*})}{6,2832} \times 360, \text{ se } a^* > 0 \text{ e } b^* < 0 \quad (\text{Equação 4})$$

3.3.5. Medições com o SPAD-502

O SPAD-502 permite obter uma leitura rápida e não destrutiva através da absorvância dos níveis de clorofila das folhas, sem ser necessário utilizar métodos laboratoriais como por exemplo a espectrofotometria, que para além de levarem à destruição das amostras demoram mais tempo a ser realizados (Uddling et al., 2007). O SPAD-502 mede o teor de clorofilas nas folhas através da transmitância de radiações vermelha (650 nm) e infravermelha (940 nm) através da folha, e calcula o valor de SPAD, que deverá “corresponder à quantidade de clorofila presente na folha estudada” (Minolta, 1989). A absorvância de clorofilas é mais eficiente a 650 nm, mas é desprezível a 940 nm (Minolta, 1989; Marengo e Lopes, 2007). Deste modo, o sinal derivado da emissão a 650 nm serve de base para o cálculo do teor relativo de clorofila, enquanto que o sinal derivado da emissão a 940 nm serve como um fator de correção para compensar a absorção de fótons a 650 nm por moléculas do tecido foliar desprovidas de clorofila (Jesus e Marengo, 2008). O SPAD apresenta a vantagem de a medição ser rápida e não destrutiva permitindo assim o acompanhamento do teor de clorofilas do mesmo folíolo ao longo do tempo.

O medidor de clorofila SPAD- 502 plus Konica Minolta foi calibrado previamente antes de qualquer medição. As medições foram efetuadas no limbo de cada um de 3 folíolos por amostra de modo a ser medido o teor em clorofila de cada um.

3.3.6. Teor em clorofila

Os 3 folíolos de cada uma das 4 amostras previamente retirados, foram macerados num almofariz. A extração das clorofilas foi efetuada adicionando 30 mL de acetona a 80%, ao homogeneizado. O homogeneizado foi transferido para frascos de 40 mL tapados com papel de alumínio e colocados durante 30 minutos numa misturadora.

Após os 30 minutos de incubação a suspensão foi filtrada através de papel de filtro de celulose (73G) com as dimensões de 50x50 cm. O filtrado foi centrifugado (16 R Universal 16 R, Hettich Zentrifugen, Tuttingen, Alemanha) a 2600 x g, a 4 °C, durante 15 minutos. A amostra foi diluída em 3 partes de acetona a 80% para 1 parte de extrato.

A quantificação das clorofilas foi efetuada medindo a absorvância da solução nos comprimentos de onda 663.6 nm e de 646.6 nm num espectrofotómetro (CE 1011, 1000 series, Cecil Instruments, Cambridge, Inglaterra). A concentração de clorofilas foi calculada a partir das absorvâncias e do coeficiente de extinção, através das equações 5, 6 e 7 (Yang et al., 1998).

$$\text{Cloro } a = 12.25A_{663.6} - 2.55A_{646.6} \text{ (}\mu\text{g/mL)} \quad (\text{Equação 5})$$

$$\text{Cloro } b = 20.31A_{646.6} - 4.91A_{663.6} \text{ (}\mu\text{g/mL)} \quad (\text{Equação 6})$$

$$\text{Cloro } a + b = 17.76A_{646.6} + 7.34A_{663.6} \text{ (}\mu\text{g/mL)} \quad (\text{Equação 7})$$

3.3.7. Avaliação hedónica

Em cada data de amostragem foi efetuada uma avaliação hedónica da aparência e do odor, com auxílio de uma escala de 1 a 7, com os descritores referidos no Anexo I. A avaliação de cada molho foi sempre efetuada por um grupo de 4 avaliadores. Testes preliminares mostraram consistência na avaliação por todos os utentes do laboratório.

3.4 Análise dos resultados

Os dados foram sumariados na média e desvio padrão e são apresentados de forma gráfica para indicar a variação das variáveis dependentes ao longo do período de armazenamento.

As relações entre teor em clorofila total e o ângulo de tonalidade e entre o teor em clorofila medido espectrofotometricamente e o índice obtido com o SPAD foram analisadas através de regressão linear.

IV. Resultados e discussão

4.1 Ensaio sobre o efeito da temperatura nas alterações do coentro

O estudo teve como propósito avaliar as melhores condições de conservação pós-colheita de folhas de coentros fresco. O ensaio consistiu no estudo das alterações observadas em folhas de coentros frescas mantidas em câmaras frigoríficas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C. Foram avaliados a evolução da massa fresca, a taxa de produção de etileno, a taxa de respiração, a cor, o teor de clorofilas utilizando o SPAD-502 e por extração. Foi também realizada a avaliação hedônica da aparência e do odor. Com base nestes resultados foi estimado um tempo de vida útil para os coentros frescos.

4.1.1. Evolução da massa fresca de folhas de coentro

Na Figura 2 encontra-se representada a evolução (expressa em percentagem) da perda de massa fresca de folhas de coentros conservados a 0, 10 e 20 °C, sendo a humidade relativa nas câmaras de armazenamento de 85 a 90%, de 65 a 70% e de 85 a 90%, respetivamente.

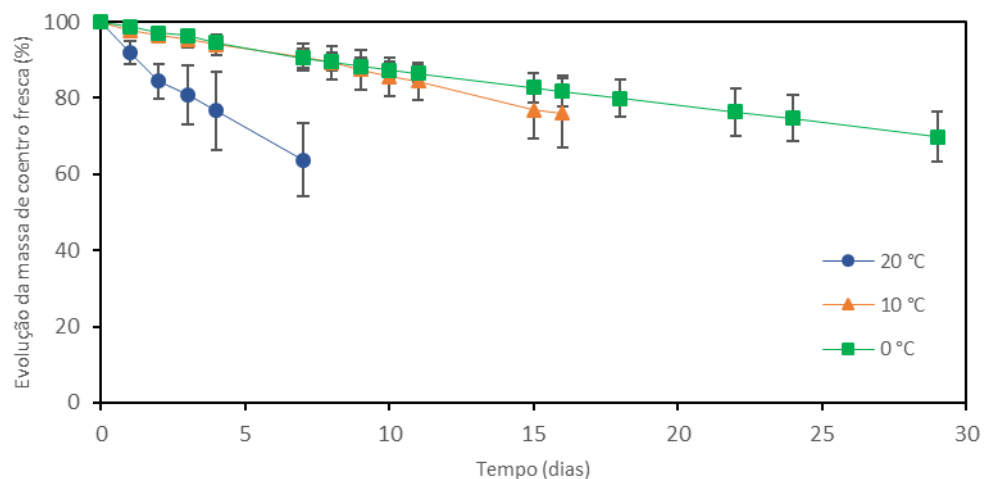


Figura 2. Evolução da massa fresca em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C

Pela análise da Figura 2, observa-se que a perda de massa fresca nas folhas de coentros frescos à temperatura de 20 °C é muito mais acentuada em comparação com as outras duas temperaturas. A 20 °C a perda ocorreu a uma taxa de 6,3% por dia,

sendo esta taxa de 1,5% a 10 °C e de 1,1% a 0 °C. Podemos também observar que, para a temperatura de 20 °C, ao fim de 7 dias os molhos de coentros apresentavam uma perda de massa de 36,3% em relação ao peso inicial. A 10 °C, a perda de massa era de 23,9% ao fim de 16 dias; a 0 °C verificou-se uma perda de 30,2%, mas só ao fim de 29 dias. Pelo que é possível observar, à temperatura de 0 °C, a perda de massa foi constante ao longo do tempo, permitindo assim uma melhor capacidade de conservação por parte dos coentros.

A transpiração dos folíolos é o principal factor da perda de massa fresca por parte dos coentros, levando à perda de turgescência (Cantwell e Reid, 1993). Os resultados obtidos no ensaio estão de acordo com a bibliografia estudada, segundo a qual quanto maior a temperatura de armazenamento, maior será a taxa de perda de água por parte das folhas de coentro frescas. Como exemplo temos o trabalho desenvolvido por Hassan e Mahfouz (2012) em que ao fim de 9 dias e utilizando temperaturas de 5 e 15 °C as perdas de massa foram aproximadamente de 15% para 5 °C e de 30% para 15 °C. No entanto, a evaporação de água depende do défice de pressão de vapor e não apenas da temperatura. Verificou-se assim que, apesar dos valores mais baixos de humidade relativa do ar nas amostras conservadas a 10 °C, as perdas de massa fresca não foram significativamente inferiores às observadas a 0 °C nos primeiros 15 dias.

4.1.2 Taxa de produção de etileno

A taxa de produção de etileno de folhas de coentros frescos às temperaturas de 0, 10 e 20 °C está representada na Figura 3.

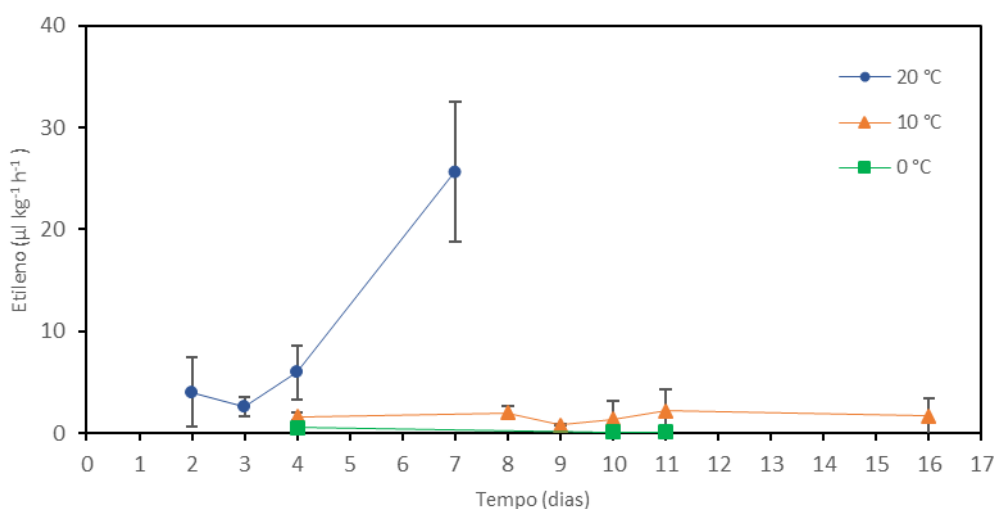


Figura 3. Evolução da taxa de produção de etileno em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C.

Pela análise da Figura 3, observa-se que no primeiro dia de medição, a taxa de produção de etileno nos molhos de coentros a 20 °C foi de 4,04 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ sendo que ao fim de 7 dias esta taxa teve um aumento acentuado até aos 25,64 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$. Este aumento é explicado pelo desenvolvimento de fungos nas folhas de coentros (Abeles et al., 1992). Já às temperaturas de 10 e 0 °C a produção de etileno foi muito mais reduzida sendo que no primeiro dia a 10 °C esta registava um valor de 1,65 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ e ao fim de 16 dias de ensaio laboratorial registou um valor de 1,68 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$. A 0 °C a produção de etileno foi ainda mais reduzida registando-se 0,57 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ no primeiro dia, e 0,08 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ ao fim de 11 dias sendo que de seguida as folhas de coentro fresco cessaram de produzir etileno detetável.

Autores como Hassan e Mahfouz (2012) compararam temperaturas de 5 e 15 °C para conservar coentros frescos durante 9 dias, tendo obtido um valor inicial de aproximadamente 2 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ de etileno, e verificaram que ao fim de 9 dias a 15 °C este valor tinha subido para 5 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$, já a 5 °C o valor obtido ao fim de 9 dias foi de 3 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$. À semelhança dos resultados obtidos no presente estudo, para Hassan e Mahfouz (2012) a temperatura também foi determinante para a conservação, sendo que a 15 °C a produção de etileno ao fim de 9 dias foi bastante superior à produção a 5 °C. Por sua vez, Loaiza e Cantwell (1997) compararam temperaturas de 0, 5 e 7,5 °C para conservar coentros frescos durante 14 dias; a 7,5 °C o valor inicial de 0,8 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ de etileno desceu para 0,3 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ ao fim de 14 dias, a 5 °C o valor no primeiro dia foi aproximadamente de 0,2 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ sendo que ao fim de 14 dias esta taxa não se alterou havendo apenas um ligeiro pico ao segundo dia; a 0 °C o valor inicial foi de 0,1 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ sendo praticamente 0 $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ ao fim de 14 dias. Logo podemos afirmar que quanto mais elevada a temperatura maior a taxa de produção de etileno verificando-se que para temperaturas mais baixas poderá ocorrer apenas um ligeiro pico de crescimento durante os primeiros dias, mas com o passar do tempo tem tendência a diminuir e a aproximar-se do valor 0.

4.1.3. Taxa de respiração

A taxa de respiração em folhas de coentros frescos às temperaturas de 0, 10 e 20 °C está representada na Figura 4.

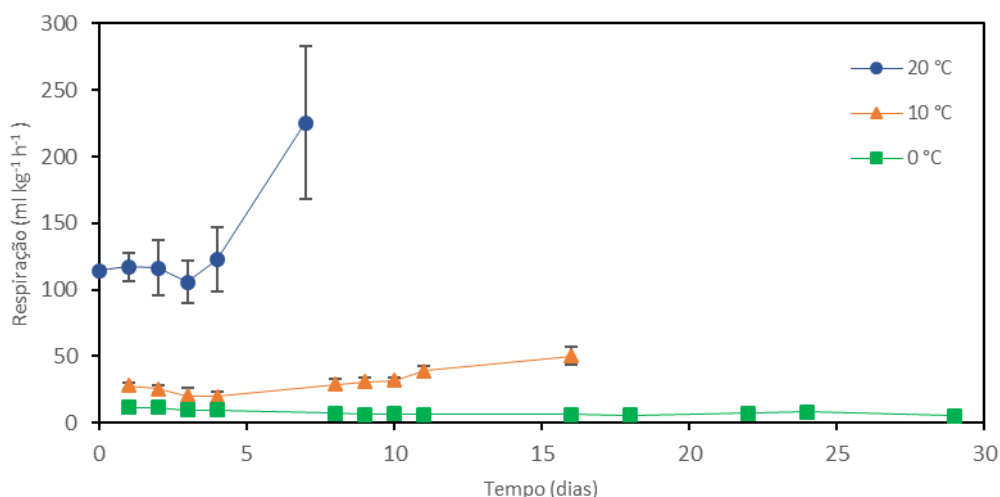


Figura 4. Evolução da taxa de respiração em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0,10 e 20 °C.

Pela análise da Figura 4, a taxa de respiração para coentros frescos a 20 °C no primeiro dia de medição foi de $114,12 \text{ ml kg}^{-1} \text{h}^{-1}$, ao fim de 7 dias este valor aumentou para $225,57 \text{ ml kg}^{-1} \text{h}^{-1}$. Este grande aumento, tal como se verificou na medição de etileno poderá ser atribuído ao grande desenvolvimento de fungos nas folhas. A 10 °C, no primeiro dia de medição, o valor da taxa de respiração foi de $27,82 \text{ ml kg}^{-1} \text{h}^{-1}$, tendo este valor ao fim de 16 dias subido para $50,10 \text{ ml kg}^{-1} \text{h}^{-1}$. A 0 °C obteve-se no primeiro dia um valor de $11,44 \text{ ml kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ sendo este valor ao fim de 29 dias de $4,95 \text{ ml kg}^{-1} \text{h}^{-1}$.

Loaiza e Cantwell (1997), utilizaram temperaturas de 0, 5 e 7,5 °C para conservar coentros frescos durante 14 dias, e reportaram um valor inicial da taxa de respiração a 7,5 °C de $22 \text{ ml kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ sendo este valor ao fim de 14 dias de $30 \text{ ml kg}^{-1} \text{h}^{-1}$, a 5 °C o valor inicial foi de $15 \text{ ml kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ havendo ligeiros picos nos primeiros dias, mas ao fim de 14 dias este valor voltou a ser aproximadamente igual ao valor inicial. A 0 °C o valor inicial foi de $20 \text{ ml kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ sendo que este valor foi decrescendo ao longo dos dias e ao fim de 14 dias era de $10 \text{ ml kg}^{-1} \text{h}^{-1}$, logo a temperatura tem um papel fulcral no controlo da taxa de respiração sendo que quanto mais alta esta for maior será a taxa de respiração das folhas de coentro frescas.

4.1.4. Evolução da cor

Luminosidade

Na Figura 5 pode observar-se a variação da luminosidade (L^*) das folhas de coentro fresco às temperaturas de 0, 10 e 20 °C. Como descrito anteriormente e para uma melhor compreensão da figura, a luminosidade descreve a variação entre o branco (valor 100) e o preto ou ausência de luz refletida (valor 0).

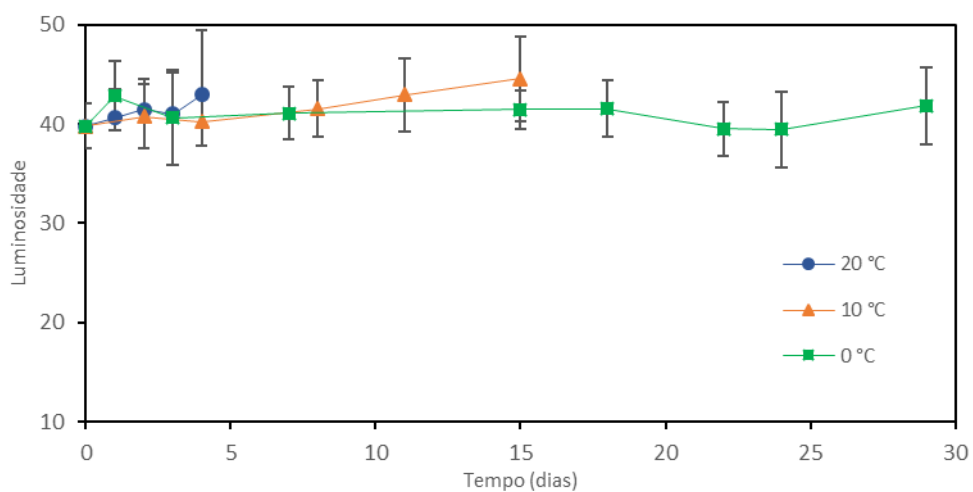


Figura 5. Variação da luminosidade em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C

Pela análise da Figura 5, o valor inicial de L^* foi de 39,78. A 20 °C este valor subiu para 42,93 ao fim de 4 dias, a 10 °C subiu para 44,55 ao fim de 15 dias e a 0 °C para 41,81 passado 29 dias. Nas três temperaturas em estudo observou-se um ligeiro aumento da luminosidade.

Saturação

A variação da saturação de cor (C^*) de coentros frescos às temperaturas de 0, 10 e 20 °C está representada na Figura 6.

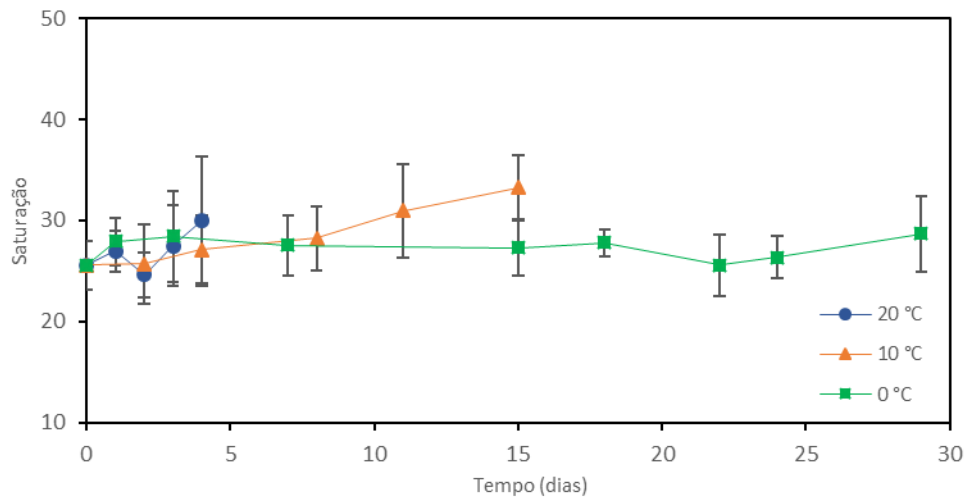


Figura 6. Variação da saturação em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C

Como se pode observar na Figura 6, no dia 0 o valor de C^* para as três temperaturas foi de 25,55. À temperatura de 20 °C o valor de C^* subiu para 29,98 ao fim de 4 dias, a 10 °C subiu para 33,23 ao fim de 15 dias e a 0 °C subiu para 28,67 o fim de 29 dias. Verificou-se assim, um ligeiro aumento da saturação das folhas de coentro ao longo do tempo, para as três temperaturas.

Tonalidade

A variação da tonalidade (h°) de coentros frescos às temperaturas de 0, 10 e 20 °C está representada na Figura 7.

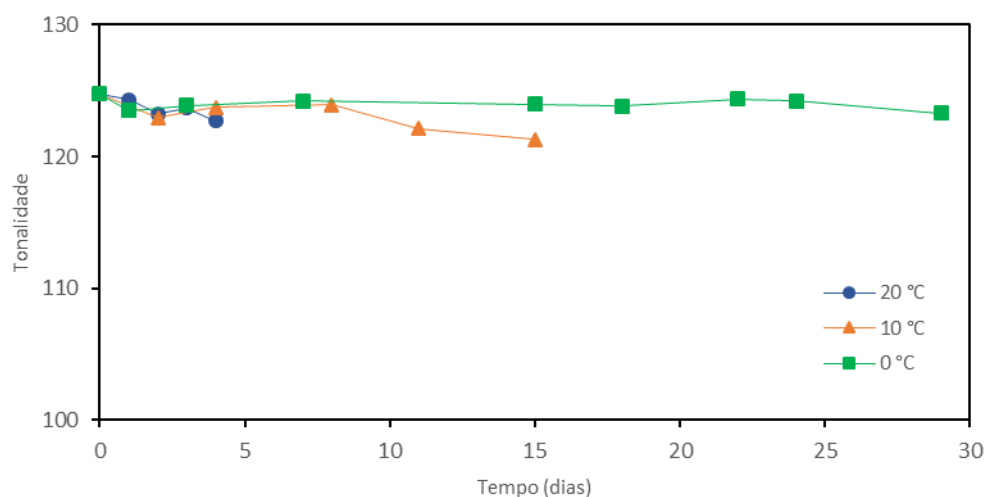


Figura 7. Variação da tonalidade em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C.

Pela análise da Figura 7, verifica-se que no dia de início do ensaio o valor para a tonalidade dos molhos de coentro fresco foi de 124,77, tendo este valor diminuído para 122,70º ao fim de 4 dias a 20 °C, para 121,29 ao fim de 15 dias a 10 °C e para 123,29 ao fim de 29 dias a 0 °C. Tendo em conta a escala de tonalidade verifica-se que as amostras se encontram com uma tonalidade dentro do grau dos amarelos-verdes e verdes, sendo que o valor destes diminui ligeiramente ao longo do ensaio aproximando-se dos graus de amarelo (Alegria, 2007). Deste modo verificou-se um ligeiro amarelecimento por parte das amostras.

Cantwell e Reid (1993) mantiveram coentros frescos a temperaturas de 0, 5, 10 e 15 °C e reportaram uma melhor conservação da cor a 0 e 5 °C, sendo esta muito superior às outras temperaturas. Esta maior pontuação foi justificada com o maior grau de senescência às temperaturas de 10 e 15 °C, que resultou numa maior alteração da cor.

4.1.5. Evolução do teor de clorofila avaliado com o SPAD

A evolução do teor de clorofila utilizando o índice de SPAD para as temperaturas de 0, 10 e 20 °C está representada na Figura 8.

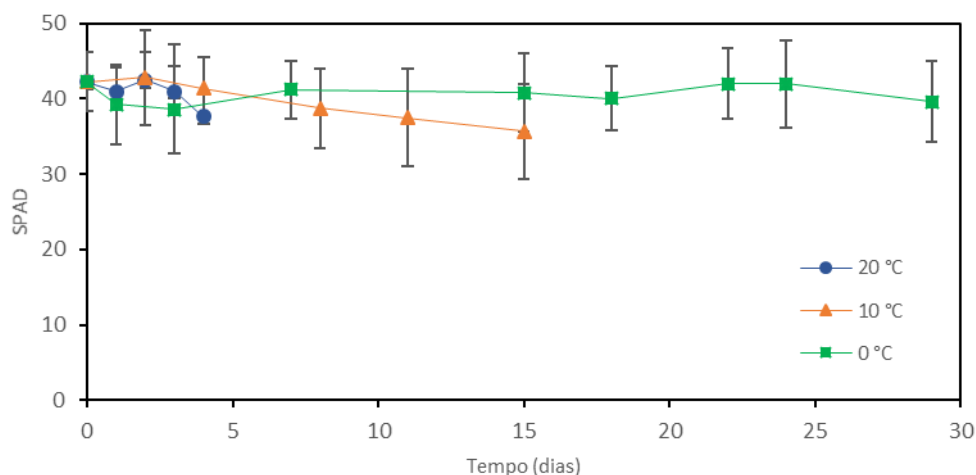


Figura 8. Evolução do teor de clorofila em folhas de coentro frescas utilizando o SPAD-502 para as temperaturas de 0, 10 e 20 °C

Pela análise da Figura 8, observa-se que o valor inicial de SPAD nos folíolos foi de 42,22, sendo que nas três condições testadas não se verificaram grandes flutuações do índice de SPAD ao longo do tempo. A 20 °C observou-se um ligeiro decréscimo, para

37,66 (10,8%) ao fim de 4 dias, a 10 °C, observou-se também um ligeiro decréscimo, para 35,64 (15,6%) ao fim de 15 dias e a 0 °C o índice SPAD decresceu para 39,6 (6,2%) ao fim de 29 dias.

Segundo Cantwell e Reid (1993), a degradação das clorofilas ocorre mais rapidamente a temperaturas mais altas, podendo ser bastante reduzida se houver uma diminuição da temperatura. Esta afirmação está de acordo com a Figura 8. Observa-se que a 20 °C ocorreu um decréscimo mais rápido do teor de clorofila, tendo diminuído para 37,66 em apenas 4 dias, em comparação com os valores obtidos a 0 °C de 39,6 ao fim de 29 dias.

4.1.6. Teor em clorofila

Clorofila a

A evolução do teor de clorofila a em coentros frescos colocados às temperaturas de 0, 10 e 20 °C está representada na Figura 9.

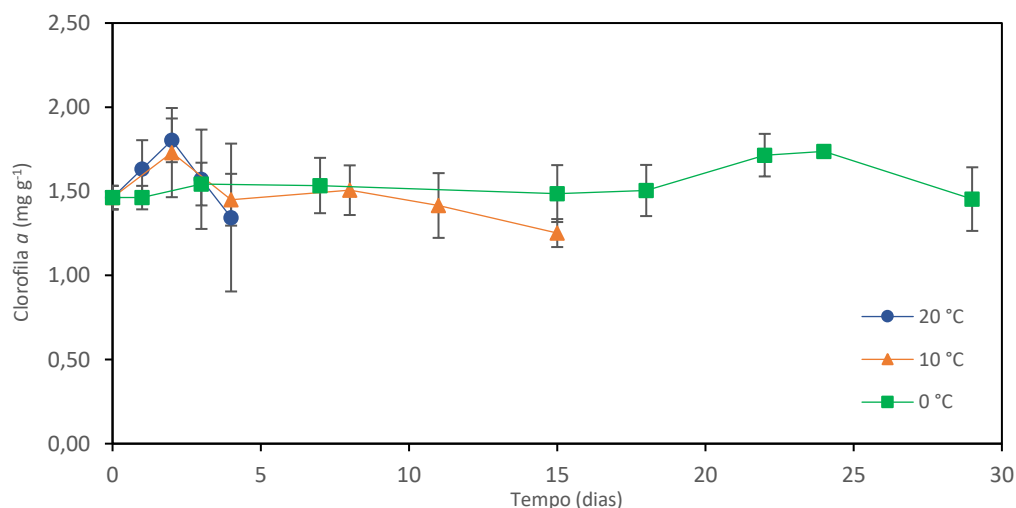


Figura 9. Evolução do teor de clorofila a em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C

Pela análise da Figura 9, o teor inicial de clorofila a foi de 1,46 mg g⁻¹ para as três temperaturas, sendo que a 20 °C este valor decresceu para 1,34 mg g⁻¹ (8,2%) ao fim de 4 dias, a 10 °C decresceu para 1,25 mg g⁻¹ (14,4%) ao fim de 15 dias e a 0 °C houve

uma diminuição bastante ligeira para $1,45 \text{ mg g}^{-1}$ (0,7%) ao fim de 29 dias. Nas três condições de temperatura houve uma ligeira diminuição do teor de clorofila *a*.

Clorofila *b*

Na Figura 10 podemos observar a evolução do teor de clorofila *b* em folhas de coentros fresco conservadas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C.

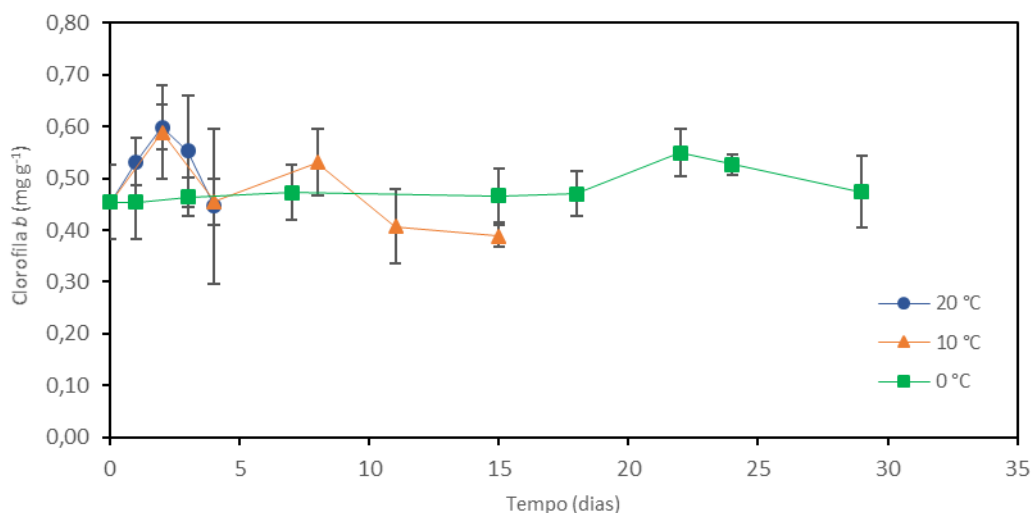


Figura 10. Determinação do teor de clorofila *b* em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C

Pela análise da Figura 10, observa-se que o valor inicial de clorofila *b* das amostras às três temperaturas foi de $0,45 \text{ mg g}^{-1}$. A 20 °C este valor teve uma ligeira subida nos primeiros dias, mas acabou por voltar ao valor inicial ao fim de 4 dias. A 10 °C ocorreu uma ligeira diminuição para $0,39 \text{ mg g}^{-1}$ (13,3%) ao fim de 15 dias. Já a 0 °C este teor teve uma ligeira subida para $0,47 \text{ mg g}^{-1}$ (4,4%) ao fim de 29 dias. Este menor decréscimo de clorofilas *b* em comparação com as clorofilas *a*, pode ser documentado no trabalho de Loaiza e Cantwell (1997), onde está descrito que a clorofila *a* decresceu com um rácio de 3:1 em relação à clorofila *b* nas folhas mais verdes.

Clorofila total

Na Figura 11 podemos observar a evolução do somatório das clorofilas a e b em folhas de coentro frescas mantidas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C.

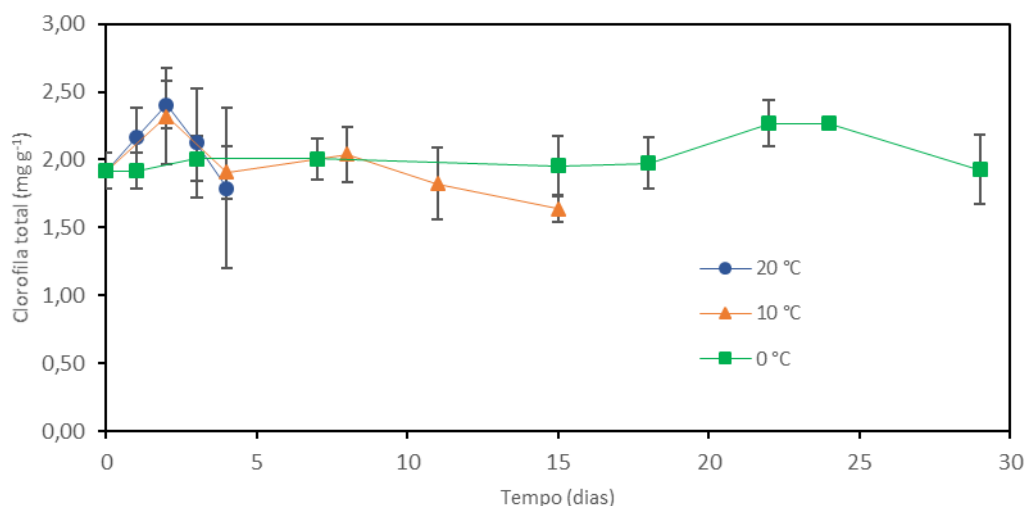


Figura 11. Evolução da clorofila total em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C

Pela análise da Figura 11, verifica-se que o valor inicial do teor de clorofila total para as três temperaturas foi de $1,92 \text{ mg g}^{-1}$, sendo que após 4 dias a 20 °C este valor diminuiu para $1,79 \text{ mg g}^{-1}$ (6,8%), a 10 °C diminuiu para $1,64 \text{ mg g}^{-1}$ (15%) ao fim de 15 dias e a 0 °C houve um aumento para $1,93 \text{ mg g}^{-1}$ (1,0%) ao fim de 29 dias.

A temperatura tem um papel essencial na degradação das clorofilas, sendo que quanto maior for a temperatura de armazenamento dos coentros, mais rápida será a degradação das clorofilas totais (*a* e *b*). Este facto foi comprovado pelo trabalho de Cantwell e Reid (1993) onde a degradação das clorofilas foi mais rápida a temperaturas mais elevadas podendo ser mais controlada com uma diminuição da temperatura.

Também Hassan e Mahfouz (2012) compararam a variação no teor de clorofila em coentros mantidos a 5 e 15 °C. O teor inicial de clorofila era de $1,2 \text{ mg g}^{-1}$ tendo-se verificado que ao fim de 9 dias este valor tinha decrescido para cerca de $0,5 \text{ mg g}^{-1}$ nas amostras mantidas a 15 °C e para 1 mg g^{-1} nas amostras mantidas a 5 °C, havendo assim menor perda de clorofila a temperaturas mais baixas.

Comparando os resultados obtidos nos testes de cor e teor de clorofila, verifica-se que a diminuição dos teores de clorofila por parte das folhas de coentro, principalmente a 20 e 10 °C foram acompanhados por uma quebra na tonalidade verde das folhas,

aproximando-se esta das tonalidades de amarelo-esverdeado (Alegria, 2007). A 0 °C também houve uma ligeira quebra, mas não foi tão expressiva como nas outras temperaturas em estudo.

4.1.7. Relação entre SPAD, cor e clorofila total

Relação entre clorofila total e SPAD

A relação entre o valor de SPAD medido e o valor da clorofila total retirada das mesmas amostras através da extração com acetona, encontra-se representado na Figura 12.

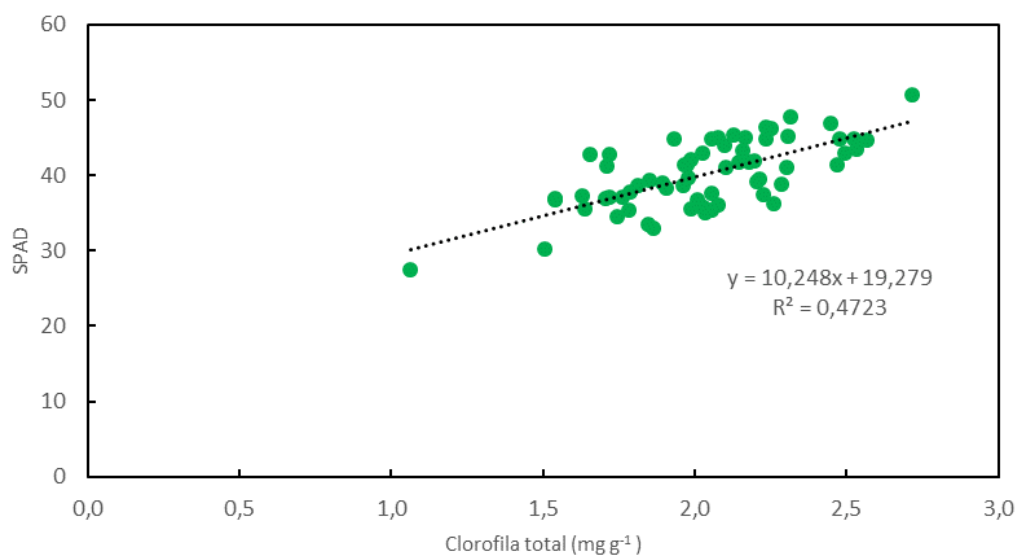


Figura 12. Relação entre SPAD e clorofila total em folhas de coentro frescas (n= 65)

O coeficiente de correlação de Pearson ($r = 0,687$), indica uma correlação linear positiva entre o índice de SPAD e o teor em clorofila total, dentro do intervalo de valores das amostras em estudo (Figura 12) (Santos, 2007).

Relação entre clorofila total e a tonalidade

Tendo por base o coeficiente de correlação de Pearson ($r = 0,799$), a correlação entre a clorofila total e a tonalidade é linear positiva dentro do intervalo de amostras em estudo (Figura13) (Santos, 2007).

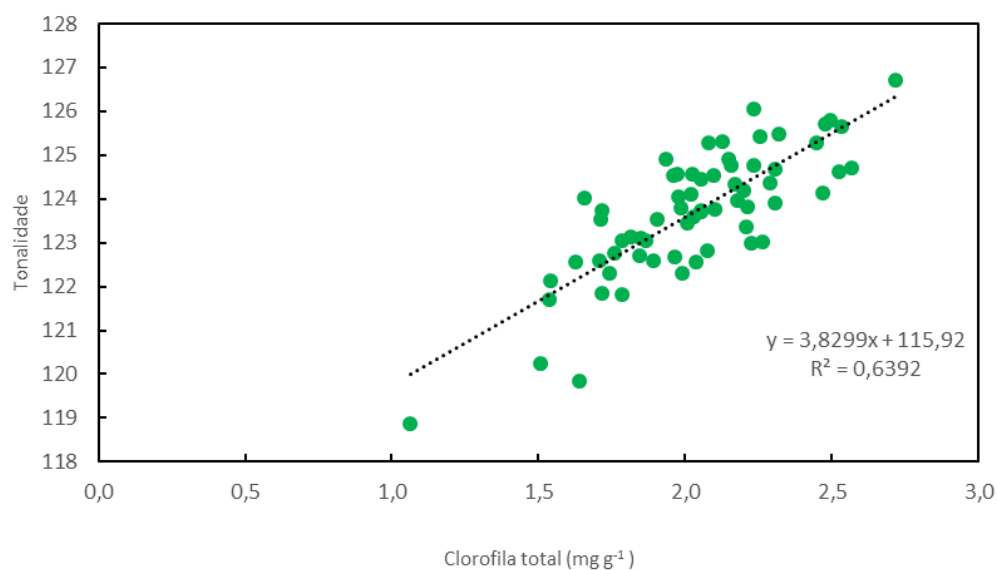


Figura 13. Relação entre a clorofila total e a tonalidade em folhas de coentro frescas (n= 65)

Relação entre o SPAD e tonalidade

Analisando o coeficiente de correlação de Pearson ($r = 0,849$), existente entre o SPAD e tonalidade, a relação é linear forte positiva dentro do intervalo de amostras em estudo (Figura 14) (Santos, 2007). A relação fortemente positiva poderá ser explicada pelo teor de clorofilas presente no conjunto de amostras de coentro que varia entre (27 e 50) e que explica a gama de tonalidades obtidas, entre a cor amarela e amarelos-verdes (118 e 126).

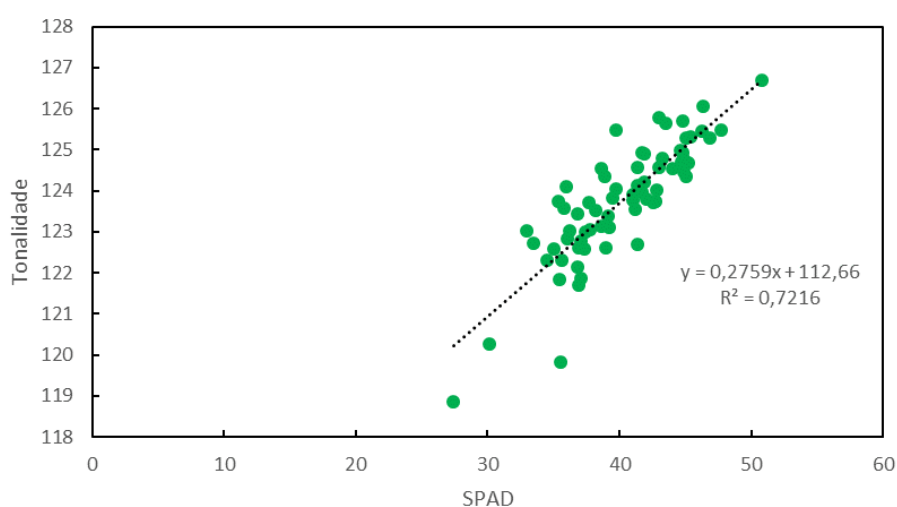


Figura 14. Relação entre o SPAD e a tonalidade em folhas de coentro frescas (n= 69)

4.1.8. Avaliação hedônica

A evolução da escala de aparência e de odor de folha de coentros frescos às temperaturas de 0, 10 e 20 °C está representada na Figura 15. Tanto a escala de aparência como odor variam entre 7 (produto com ótima aparência e cheiro agradável) e 0 (produto com péssima aparência e odor desagradável intenso).

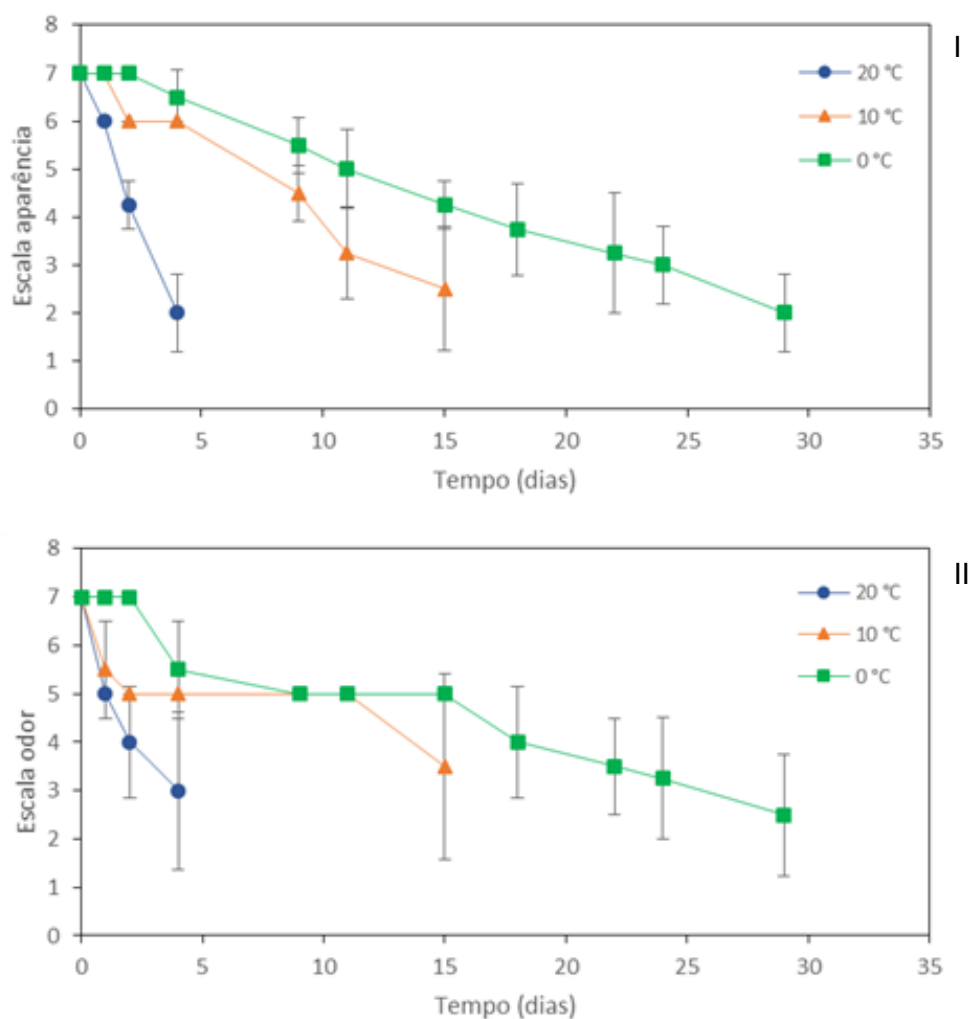


Figura 15. Evolução da escala de aparência (I) e odor (II) em folhas de coentro frescas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C.

Como se pode observar nos gráficos da Figura 15, a nota inicial tanto na aparência como no odor foi, como esperado, de 7 para as três temperaturas em estudo. Para a temperatura de 20 °C, a nota dos coentros decresceu rapidamente na escala, estando ao fim de 4 dias com nota 2 (pouco comestível) na escala da aparência e nota 3 (odor desagradável ligeiro) na escala de odor. Para a temperatura de 10 °C, ao fim de 15 dias, apresentava nota 3 na escala de aparência (limite de consumo) e também nota 3 na

escala de odor, tal como a 20 °C. A 0 °C, os molhos de coentros frescos apresentavam nota 2 na escala de aparência e nota 3 na escala de odor ao fim de 29 dias de conservação. Os resultados obtidos estão de acordo com os referidos por outros autores. Num estudo de conservação pós-colheita de coentro desenvolvido por Loaiza e Cantwell (1997) os autores referem que a temperaturas de 0, 5, 10 e 15 °C e utilizando uma escala na aparência de 0 a 9, e de odor de 0 a 5, a pontuação das amostras mantidas durante 6 dias a 0 °C era mais favorável, comparativamente às outras temperaturas, para ambos os parâmetros. O mesmo se pode verificar no trabalho desenvolvido por Hassan e Mahfouz (2012) que conservando os coentros frescos às temperaturas de 5 e 15 °C até ao fim do tempo de prateleira, verificaram que o conteúdo em óleos voláteis foi muito superior a 5 do que a 15 °C.

Na Figura 16 podemos observar a evolução das folhas de coentro frescas após terem sido mantidas às três temperaturas, ao fim de 4 dias de ensaio laboratorial. Verifica-se uma grande diferença em termos de degradação, principalmente entre a temperatura de 20 °C e as outras duas temperaturas, notando-se algum amarelecimento das folhas, presença de fungos, bem como a grande perda de turgescência destas



Figura 16. Evolução de molhos de coentros frescas ao fim de 4 dias de ensaio laboratorial. I - Temperatura de 0 °C. II - Temperatura de 10 °C. III - Temperatura de 20 °C

Na Figura 17 podemos observar os molhos de coentros frescos ao fim de 15 dias de ensaio experimental.



Figura 17. Evolução de molhos de coentros frescos ao fim de 15 dias de ensaio laboratorial. I- À temperatura de 0 °C. II - À temperatura de 10 °C

Nesta análise apenas foram consideradas as temperaturas de 0 e 10 °C, visto nesta altura já não haver molhos a 20 °C devido à degradação dos mesmos ao fim de 4 dias. Podemos notar uma maior degradação no molho mantido a 10 °C com algum amarelecimento das folhas, quando comparado com o molho mantido a 0 °C. Também se nota alguma perda de turgescência das folhas nos dois molhos, sendo mais significativa à temperatura de 10 °C.

Podemos observar na Figura 18 a evolução dos molhos de coentros frescos ao fim de 29 dias, sendo que após estes dias só restavam os molhos de coentro a 0 °C. Nota-se grande degradação nos molhos, com alguma perda de turgescência e algum amarelecimento das folhas. No molho II observa-se alguma presença de fungos nas folhas.



Figura 18. Evolução de molhos de coentros frescos ao fim de 29 dias de ensaio laboratorial à temperatura de 0 °C. I – Molho sem presença de fungos; II – Molho com presença de fungos nas folhas.

4.1.9. Duração da vida útil de coentros frescos

À temperatura de 20 °C as folhas de coentro encontravam-se muito deterioradas, com presença de fungos e impróprias para consumo ao fim de 7 dias de ensaio laboratorial. À temperatura de 10 °C os sinais de degradação observaram-se ao fim de 15 dias, verificando-se também crescimento de fungos. Já a 0 °C o ensaio prolongou-se por 29 dias até os coentros se apresentarem bastante degradados, havendo também algum crescimento de fungos. No entanto, à temperatura de 0 °C o principal factor de degradação foi a elevada perda de água por parte das folhas de coentros. Ao fim dos 29 dias a 0 °C verificava-se um grande emurchecimento e perda de vitalidade por parte das folhas. Para as outras duas temperaturas testadas além da grande perda de água registada, ocorreu o completo apodrecimento das folhas.

Para a determinação da vida útil de folhas de coentros frescos conservadas às temperaturas de 0, 10 e 20 °C, foram utilizados três critérios: a aparência, o odor e a perda de água dos coentros. Quanto à aparência e odor foi tida em conta a escala usada (Anexo I) em que o valor 5 é o valor crítico abaixo do qual a vida útil termina. Relativamente à perda de massa foi considerada uma perda de 15% como valor crítico para o fim da vida útil dos coentros.

Tabela 5. Duração da vida útil em folhas de coentro frescas com base no ensaio efetuado

Temperatura (°C)	Aparência (dias)	Odor (dias)	Perda de massa (dias)
0	11,9	9,0	13,3
10	6,6	2,0	10,3
20	1,6	1,0	2,4

Como podemos observar na Tabela 5, a duração da vida útil dos coentros é maior a 0 °C, decrescendo a 10 e a 20 °C, qualquer que seja o critério utilizado. Esta duração é inferior à referida por Almeida (2015) que reporta uma duração potencial de 3 a 4 semanas a 0 °C. Este facto pode dever-se a diferenças de material vegetal e ausência de embalagem nos nossos ensaios, mas sugere que, tendo em conta os critérios de qualidade utilizados (Tabela 5), os valores referidos por Almeida (2015) são porventura excessivos.

De acordo com a bibliografia, a perda de massa aceitável para ervas aromáticas do mesmo tipo dos coentros, no caso específico a salsa, foi de 15 a 20% (Cantwell e Reid 1993). Com base na análise dos nossos dados verifica-se que o valor máximo de perda de água aceitável nos coentros é de 15% sendo o tempo de vida útil de 11 dias para estas condições, acima deste valor o grande emurchecimento e secura das folhas impedia o consumo destas como se pode observar na Figura 19.



Figura 19. Evolução da perda de água em folhas de coentro frescas. I - Perda de água de 5%. II - Perda de água de 15%. III - Perda de água de 20%. IV - Perda de água de 25%.

O tempo de vida útil máximo recomendado de modo a não se perderem as características sensoriais e visuais dos coentros é de 9 dias à temperatura de 0 °C. De notar que a cor acabou por não ser um factor de decisão porque nunca ocorreu o amarelecimento total das folhas de coentro dentro deste prazo de validade.

Os resultados obtidos neste ensaio vêm confirmar que a temperatura de armazenamento tem um papel fulcral, na evolução pós-colheita das folhas de coentro. Sendo que quanto menor for a temperatura de armazenamento melhor será a conservação dos coentros frescos (Cantwell e Reid, 1993).

V. Conclusões

A temperatura tem um papel fulcral na conservação de folhas de coentro fresco. De acordo com os resultados obtidos ao longo do ensaio e utilizando as três temperaturas de referência (0, 10 e 20 °C) foi possível tirar as seguintes conclusões.

À temperatura de 0 °C a taxa de perda de massa por parte das folhas de coentro fresco foi menos acentuada em comparação com as restantes temperaturas testadas (10 e 20 °C), o que permite concluir que a capacidade de conservação dos coentros é maior a esta temperatura.

Na análise das taxas de produção de etileno e de respiração houve uma grande discrepância de resultados entre a temperatura de 20 °C e as outras em estudo. A esta temperatura as taxas de respiração e de produção de etileno foram muito superiores às registadas nas outras temperaturas, isto ocorreu porque houve uma grande e rápida deterioração das folhas com crescimento de fungos. A 0 °C a taxa de produção de etileno teve um ligeiro pico nos primeiros dias de ensaio decrescendo em seguida.

Evidenciou-se um ligeiro aumento da luminosidade e saturação das folhas de coentro, e uma ligeira diminuição da tonalidade aproximando-se esta dos tons verde-amarelados, ao fim do período de ensaio experimental das três temperaturas.

O teor de clorofila avaliado através do SPAD, não apresentou grandes flutuações de valor às temperaturas utilizadas, existindo apenas um ligeiro decréscimo do teor de clorofila quanto mais alta for a temperatura de conservação.

No estudo referente ao teor de clorofilas, a temperatura foi determinante na degradação das mesmas, sendo que quanto mais alta foi a temperatura de armazenamento, mais rápida foi a degradação das clorofilas totais. Verificou-se ainda que a concentração de clorofila *a* decresceu de modo mais acentuado que a da clorofila *b*.

Relativamente ao estudo da escala de aparência e odor os molhos de coentro começaram com nota máxima de 7 em ambas as escalas. A deterioração foi muito mais rápida às temperaturas de 20 e 10 °C do que a 0 °C. A esta última temperatura o período de tempo em que os coentros conservaram as suas qualidades sensoriais foi muito maior.

Tendo por base os critérios odor, aparência e taxa de perda de massa, à temperatura de 0 °C os coentros mantiveram-se em boas condições durante 9 dias, a cor acabou por não ser um factor de decisão porque nunca ocorreu o amarelecimento total das folhas

de coentro dentro deste prazo de validade. O factor limitante foi a perda de odor característico do coentro e o desenvolvimento de mau odor. Para as temperaturas de 10 e 20 °C a duração de vida útil foi de 2 e 1 dias respetivamente, sendo o critério limitante mais uma vez o odor.

5.1 Propostas de melhoria e trabalho futuro

De modo a aumentar o tempo de prateleira das folhas de coentro fresco algumas medidas poderiam ser implementadas.

Avaliar o efeito das flutuações de temperatura bem como da manutenção da humidade relativa, ao longo de toda a cadeia de comercialização.

O embalamento selado dos coentros, em filmes de polietileno perfurados, ou outros filmes de plástico parcialmente permeáveis ao vapor de água, possibilitando assim utilizar atmosferas modificadas, deverá ser avaliado numa perspetiva de custo-benefício.

Avaliar quais os melhores métodos de cultivo de coentros que possibilitam a obtenção de um produto de qualidade com o maior tempo de vida de prateleira.

VI. Referências Bibliográficas

- Abeles, F., Morgan, P., Saltveit, M. (1992). Ethylene in plant biology, 2ª edição. Academic Press, San Diego.
- Acedo, A., Weinberger, K. (2009). Best practices in postharvest management of leafy vegetables in Greater Mekong Subregion countries: Proceedings of a GMS workshop, 25-27 October 2007, Hanoi, Vietnam. AVRDC Publication No. 09-731. AVRDC - The World Vegetable Center, Taiwan.
- Alegria, C. (2007). Processos de descontaminação alternativos em cenoura minimamente processada: natureza dos tratamentos e local de aplicação. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Ciências e Engenharia dos Alimentos. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Almeida, D. (2015). Manuseamento de produtos hortofrutícolas. Volume I, 3ª edição. Editora Presença, Lisboa. pp. 119-122.
- Barkai-Golan, R. (2001). Postharvest disease of fruits and vegetables – development and control., 1st edition. Elsevier Science B.V., Amsterdão, Holanda.
- Blade, S. (2008). Coriander. In: Agri-Facts practical information for Alberta's Agriculture industry. Agdex 147/ 20-2
- Cantwell, M., Reid, M. S. (1993). Postharvest physiology and handling of fresh culinary herbs. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants* 1:93-127.
- Cunha, A. P., Roque, O. R., Gaspar, N. (2011). Cultura e utilização das plantas medicinais e aromáticas. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Diederichsen, A., Hammer, K. (2002). The infraspecific taxa of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution* 50: 33-63.
- Diederichsen, A. (1996). Coriander, *Coriandrum sativum* L., Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops.3. International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Itália.
- Eppinger, M. Hofmann, H. (2008). Plantas medicinais. Guia claro e simples para a sua identificação. Everest Editora, Portugal.
- Finger, F., Vieira, G. (1997). Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas. UFV, Viçosa. (caderno didático, 19).

- Gardé, A., Gardé, N. (1981). Culturas Hortícolas, 5ª edição. Clássica Editora, Lisboa.
- GPP (Gabinete de Planeamento e Políticas). (2013). As plantas aromáticas, medicinais e condimentares, Portugal Continental. [Online]. Disponível em: http://www.gpp.pt/IPAM/Estudo_PAM_final.pdf. [Acedido: 26-07-2016].
- Hassan, F.A.S, Mahfouz, S.A., (2012). Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the postharvest senescence of coriander leaves during storage and its relation to antioxidant enzyme activity. *Scientia Horticulturae* 141: 69–75.
- Hassler, M. (2016). World Plants: Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World (version May 2016). In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 28th September 2016 (Roskov, Y. et al, eds). [Online]. Disponível em: <http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/44a750ac4027a429ba5257e33ac13967> [Acedido: 1-10-2016].
- Jesus, S.V., Marengo, R.A. (2008). O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. *Acta Amazónica* 38(4), 815-818.
- Jiang, W., Sheng, Q., Zhou, X., Zhang, M., Liu, X. (2002). Regulation of detached coriander leaf senescence by 1-methylcyclopropene and ethylene. *Postharvest Biology and Technology* 26:339-245
- Junior, L.J.G.W., Nascimento, W.M. (2009). Produção de sementes de Coentro. Hortivale. [Online]. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/downloads/Luiz%20Jorge2_Prod_%20Sem_coentro.pdf [Acedido: 29-06-2016]
- Juscafresa, B. (1995). Guia de la flora medicinal tóxica, aromática y condimenticia. Editorial Aedos. Madrid, Barcelona, México.
- Kader, A.A., (2002). Postharvest technology of horticultural crops, 3rd edition. University of California, Agriculture and Natural Resources, Publication 3311.
- Kays, Sj., Paull, R. (2004). Postharvest biology. Exon Press, Georgia.
- Lipton, W. (1987). Senescence of leafy vegetables. *HortScience* 22(5): 854-859.
- Loaiza, J., Cantwell, M. (1997). Postharvest physiology and quality of Cilantro (*Coriandrum sativum* L.). *HortScience* 32(1):104-107.

- Lopes, A., Teixeira, D., Calhau, C., Pestana, D., Padrão, P., Graça, P. (2014). Ervas aromáticas - uma estratégia para a redução do sal na alimentação dos portugueses. Direção-Geral da Saúde, Lisboa.
- Lopes, A., Simões, M. S. (2007). Produção integrada em hortícolas, família das apiáceas - aipo, cenoura, coentros, pastinaca e salsa. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, Lisboa. pp.119-146.
- McNeill, J., Barrie, F.R., Buck, W.R., Demoulin, V., Greuter, W., Hawksworth, D.L., Herendeen, P. S., Knapp, S., Marhold, K., Prado, J., Prud'homme Van Reine, W. F., Smith, G. F., Wiersema, J. H., Turland, N.J. (eds.). (2012). International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (Melbourne Code) adopted by the Eighteenth International Botanical Congress Melbourne, Australia, July 2011. *Regnum Vegetabile* 154. [Online], Disponível em: <http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php>. [Acedido: 05-08-2016].
- Martins, E. (1996). Flora de Cabo Verde, Plantas Vasculares – *Apiaceae*. Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário Praia. Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa.
- Marengo, R.A., Lopes, N.F. (2007). Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. 2ª Edição, Editora UFV, Viçosa.
- Minolta. (1989). Chlorophyll meter SPAD-502. Instruction manual. Minolta Co., Ltd., Radiometric Instruments Operations, Tóquio, Japão.
- Moreira, C. S. (2002). Estudo preliminar da etnobotânica da variabilidade existente em coentros (*Coriandrum sativum* L.) existente no Alentejo – Relatório do trabalho fim de curso de Engenharia Agrária e Desenvolvimento Regional. Escola Superior Agrária de Elvas (ESAE), Elvas.
- Muñoz, F. (1987). Plantas medicinales Y aromaticas, estudio, Cultivo Y processado. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Oliveira, L., Silva, T., Ferreira A., Pereira, A., Finger F. (2015). Efeito do hidroresfriamento na conservação pós-colheita de coentro. *Horticultura Brasileira* 33: 448-452.
- Parthasarathy, V., Kandiannan, K., Srinivasan, V. (2008). Organic Spices. New India Publishing Agency, Nova Deli, p.694.

- Póvoa, O., Farinha, N., Dias, S. (2012). Levantamento etnobotânico sobre coentros e poejos no Alentejo. III Seminário de I&DT, organizado pelo C3i – Centro de Investigação e Inovação do Instituto Politécnico de Portalegre.
- Santos, C. (2007). Estatística Descritiva – Manual de autoaprendizagem. Edições Sílabo, Lisboa.
- Silva, S. (1997). Coentro. [Online] Disponível em:
<http://www.agrov.com/vegetais/frutas/coentro.htm> [Acedido: 26-07-2016].
- Simon, J.E, Chadwick, A.F., Craker, L.E. (1984). The scientific literature on selected herbs and aromatic and medicinal plants of temperate zone, [Online]. Disponível em: www.hort.purdue.edu/newcrop/med-aro/factsheets/coriander.html [Acedido: 27-07-2016].
- Sisler, E., Serek, M. (1997). Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. *Physiologia Plantarum* 100, 577–582.
- Uddling J., Gelang-Alfredsson J., Piikki K., Pleijel H., (2007). Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. *Photosynthesis Research* 91(1): 37-46
- Vasconcellos, J. C. (1949). Plantas medicinais e aromáticas. D.G.S.A, Lisboa.
- Wills R., Mcglassom, B., Graham, D., Joyce, D. (2007). Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. CAB International, Nova Iorque.
- Wright, P. K. (2014). Annual culinary herbs. In: The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. Luo., Y. ed., Agriculture Handbook Number 66, Baltimore, EUA.
- Yang, M., Chang, K., Yin, M. Huang, H. (1998). Methods for the determination of chlorophylls and their derivatives. *Taiwania* 43(2): 116-122.

Anexo I

Tabela 6. Escala hedónica para avaliação da aparência do coentro.

Estádio	Designação	Sintoma
7	Fresco	Ótima aparência, folhas verdes brilhantes e túrgidas, sem defeitos.
6	Bom	Boa aparência, porém, com alguma perda de qualidade inicial (leve desidratação ou alterações da coloração).
5	Limite de venda	Aparência mediana, algumas folhas amareladas e encurvadas, mas que preenche os requisitos mínimos de aceitação pelo consumidor.
4	Fraco	Aparência fraca e que não preenche os requisitos para limite de venda.
3	Limite de consumo	Aparência com características mínimas para consumo, nomeadamente, amarelecimento das folhas e grande perda de turgescência.
2	Pouco comestível	Má aparência com grandes alterações ao nível da coloração e estrutura do tecido, nomeadamente, aparência gelatinosa, escurecimento grave e perda de turgescência devido à desidratação.
1	Não comestível	Péssima aparência e sem características que tornem o alimento comestível.

Tabela 7. Escala hedónica para avaliação do odor do coentro

Estádio	Sintoma
7	Cheiro a coentro
5	Redução do odor, mas não desagradável
3	Odor desagradável ligeiro
1	Odor desagradável intenso